

Vahlenkamp, Roelf Andre

Disbui. Mainz

1988

aus der Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
des Klinik für Hals-, Brust- und Gefäßkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. H.G. Berg)

Untersuchung zur Erfassung des "Wachstums" in der Kieferorthodontischen Diagnostik

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

Der Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Kerlf Andreas Völkel
aus Darmstadt

Mainz 1989

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg- Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. H.G. Sergl)

Untersuchung zur Erfassung des "Wachstumstyps"
in der kieferorthopädischen Diagnostik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

Dem Fachbereich Medizin vorgelegt
von

Roelf Andreas Vahlenkamp
aus Darmstadt

Mainz 1988

Dekan : Professor Dr.med. M. Thelen
1. Gutachter : Professor Dr.med.dent. H.G. Sergl
2. Gutachter : Professor Dr.med.dent. D. Heidemann

Tag der Promotion: 26.Oktober 1988

1. Einleitung	1
2. Zusammenfassung	2
3. Allgemeine Zusammenfassung	3
3.1 Material und Methode	3
3.2 Ergebnisse	3
3.3 Diskussion	3
3.4 Zusammenfassung	3
3.5 Literaturverzeichnis	3
3.6 Anhang	3
3.7 Glossar	3
3.8 Index	3
3.9 Literaturverzeichnis	3
3.10 Anhang	3
3.11 Glossar	3
3.12 Index	3
3.13 Literaturverzeichnis	3
3.14 Anhang	3
3.15 Glossar	3
3.16 Index	3
3.17 Literaturverzeichnis	3
3.18 Anhang	3
3.19 Glossar	3
3.20 Index	3
3.21 Literaturverzeichnis	3
3.22 Anhang	3
3.23 Glossar	3
3.24 Index	3
3.25 Literaturverzeichnis	3
3.26 Anhang	3
3.27 Glossar	3
3.28 Index	3
3.29 Literaturverzeichnis	3
3.30 Anhang	3
3.31 Glossar	3
3.32 Index	3
3.33 Literaturverzeichnis	3
3.34 Anhang	3
3.35 Glossar	3
3.36 Index	3
3.37 Literaturverzeichnis	3
3.38 Anhang	3
3.39 Glossar	3
3.40 Index	3
3.41 Literaturverzeichnis	3
3.42 Anhang	3
3.43 Glossar	3
3.44 Index	3
3.45 Literaturverzeichnis	3
3.46 Anhang	3
3.47 Glossar	3
3.48 Index	3
3.49 Literaturverzeichnis	3
3.50 Anhang	3
3.51 Glossar	3
3.52 Index	3
3.53 Literaturverzeichnis	3
3.54 Anhang	3
3.55 Glossar	3
3.56 Index	3
3.57 Literaturverzeichnis	3
3.58 Anhang	3
3.59 Glossar	3
3.60 Index	3
3.61 Literaturverzeichnis	3
3.62 Anhang	3
3.63 Glossar	3
3.64 Index	3
3.65 Literaturverzeichnis	3
3.66 Anhang	3
3.67 Glossar	3
3.68 Index	3
3.69 Literaturverzeichnis	3
3.70 Anhang	3
3.71 Glossar	3
3.72 Index	3
3.73 Literaturverzeichnis	3
3.74 Anhang	3
3.75 Glossar	3
3.76 Index	3
3.77 Literaturverzeichnis	3
3.78 Anhang	3
3.79 Glossar	3
3.80 Index	3
3.81 Literaturverzeichnis	3
3.82 Anhang	3
3.83 Glossar	3
3.84 Index	3
3.85 Literaturverzeichnis	3
3.86 Anhang	3
3.87 Glossar	3
3.88 Index	3
3.89 Literaturverzeichnis	3
3.90 Anhang	3
3.91 Glossar	3
3.92 Index	3
3.93 Literaturverzeichnis	3
3.94 Anhang	3
3.95 Glossar	3
3.96 Index	3
3.97 Literaturverzeichnis	3
3.98 Anhang	3
3.99 Glossar	3
3.100 Index	3

4. 1. Meiner Großmutter, Frau Dorothea Müller gewidmet ... 10

5. Zusammenfassung ... 11

6. Literaturverzeichnis ... 12

7. Anhang ... 13

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung	1
2. Spezielle Literatur	9
3. Eigene Untersuchung	
3.1 Material und Methodik	
3.1.1 Untersuchungsgut	10
3.1.2 Methodisches Vorgehen	10
3.1.3 Statistische Auswertung	16
3.2 Ergebnisse	19
3.2.1 Koeffizienten bei der Korrelation der Fern- röntgenanalysewerte untereinander	21
3.2.2 Koeffizienten bei der Korrelation von Ergeb- nissen der Fernröntgenanalyse mit den Beur- teilungsergebnissen	23
4. Diskussion	29
5. Zusammenfassung	38
6. Literaturverzeichnis	40
7. Anhang	43

I. Einleitung

Eine der Besonderheiten kieferorthopädischer Behandlungen liegt in der Nutzung und Steuerung des Wachstums und der Umbauprozesse in den Geweben des Kiefer-Gebiß-Komplexes. Eine der Therapie vorangestellte kieferorthopädische Diagnose muß so auch vom Wissen um die Entwicklung des Kauorgans vor dem Hintergrund der Allgemeinentwicklung des einzelnen Patienten mit deren individuellen Besonderheiten geprägt sein. SCHMUTH (1973) beschreibt das Wesen kieferorthopädischer Behandlung als steuernden Eingriff in das Entwicklungsgeschehen um die Ausbildung eines individuellen, funktionellen und ästhetischen Optimums zu ermöglichen. Die Bedeutung des Wachstums dabei unterstreicht HÄUPL (1938), welcher kieferorthopädische Therapie als angewandte Entwicklungsmechanik bezeichnet.

Es bleibt festzustellen, daß folglich Planung, Prognose und Durchführung einer Behandlung ein frühzeitiges Abschätzen der zu erwartenden Entwicklungstendenzen im Kauorgan verlangen, weil diese Wachstumsvorhersage die notwendigen therapeutischen Schritte maßgeblich beeinflusst.

Der pubertäre Wachstumsschub als Phase großer Veränderungen bietet besonders gute Eingriffsmöglichkeiten für eine effektive Therapie. Der Kieferorthopäde wird daher bestrebt sein, diese Phase entsprechend zu nutzen. Der Abschluß der Wachstumsphase bedeutet trotzdem nicht, daß eine weitere Behandlung unmöglich wird, die therapeutischen Möglichkeiten sind jedoch eingeschränkt. In diesem Zusammenhang sei an die Funktionskieferorthopädie erinnert, welche bekannterweise darauf basiert, das Wachstum vermehrt anzuregen.

Neben der Beurteilung der Wachstumsintensität sind für kieferorthopädische Zwecke Besonderheiten der sog. Wachstumsrichtung von ausschlaggebender Wichtigkeit. Als Bezugsgröße zur Beschreibung der Wachstumsrichtung bietet sich die Schä-

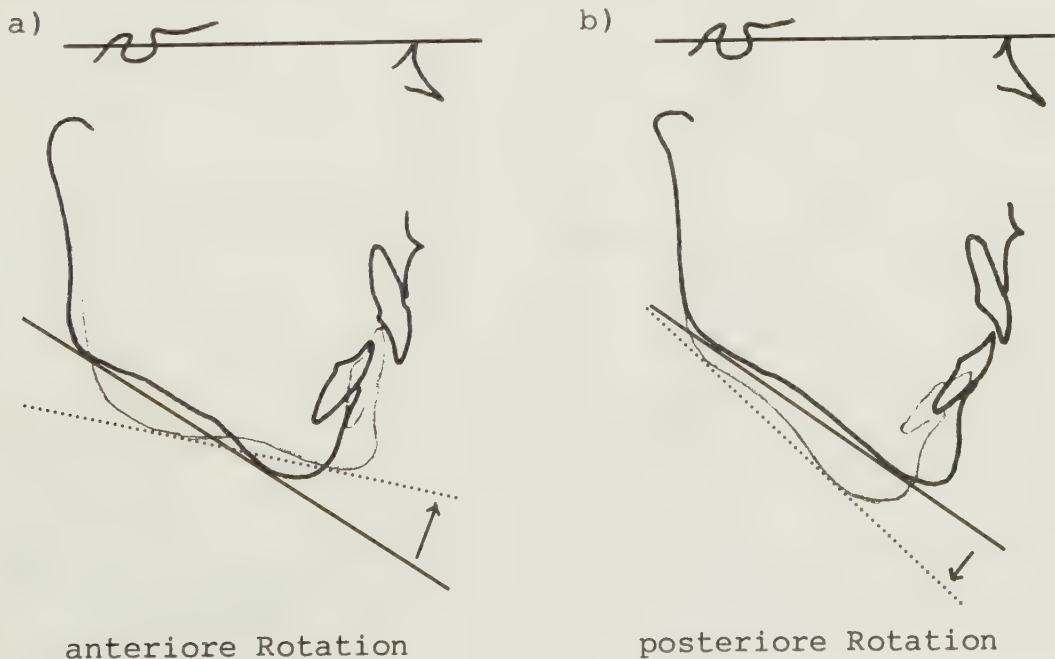


Neben der geschilderten Einteilung in Kurz- und Langgesichter hat sich die Bezeichnung horizontaler und vertikaler Wachstumstyp eingebürgert. Synonym werden die im folgenden erläuterten Begriff anteriore und posteriore Rotation sowie counterclockwise und clockwise growth gebraucht.

Die Beschreibung der Wachstumsrichtung als wachstumsbedingte Lageveränderung der Mandibula zur Nasion-Sella-Ebene geht auf BJOERK (1969) zurück. Er beobachtete, daß während der Entwicklungen der Unterkiefer eine Schwenkung durchführt, die sich u.a. in einer Winkeländerung zwischen NSe und Mandibularebene ausdrückt. Wird dieser Winkel während des Wachstums kleiner, spricht BJOERK von anteriorer oder Vorwärts-Rotation (Abb. 2a), im umgekehrten Fall von posteriorer oder Rückwärts-Rotation (Abb. 2b).

JARABAK (1963) spricht von clockwise und counterclockwise growth, d.h. einem Wachstum in bzw. gegen den Uhrzeigersinn - diese Bezeichnung bezieht sich auf ein Fernröntgenseitenbild mit dem Profil nach rechts. Diagnostisch wertet er das Verhältnis der hinteren zur vorderen Gesichtshöhe aus (Abb.

Abb.2 Rotation der Mandibula nach BJOERK



3). Dabei berechnet sich der Gesichtshöhenindex nach JARABAK wie folgt:

$$\text{Gesichtshöhenindex [\%]} = \frac{\text{SGo}}{\text{NMe}} \times 100$$

'Clockwise' bedeutet, daß sich die vordere Gesichtshöhe relativ zur hinteren vergrößert. Folglich bekommt der Gesichtshöhenindex einen niedrigeren Wert. Setzt sich beim Wachstum jedoch mehr die Vorschubkomponente durch, resultiert eine relativ vergrößerte hintere Gesichtshöhe. Das JARABAK-Verhältnis wird dann über den Normwert vergrößert und wir sprechen vom 'counterclockwise growth'. JARABAK hat einen Normwert von 62-65 % für das Vorliegen des sog. neutralen Wachstumstyps angegeben.

Die Schwierigkeit bei der Vorhersage des Wachstumstyps liegt darin, daß man die Wachstumsrichtung erst durch eine Langzeitstudie ermitteln kann. Andererseits muß dem Kieferorthopäden die Einschätzung des zu erwartenden Wachstums in vielen Fällen - wie eingangs erwähnt - eine wichtige Information sein, weil er nur so begründete Aussagen zur Prognose machen und geeignete therapeutische Maßnahmen planen kann.

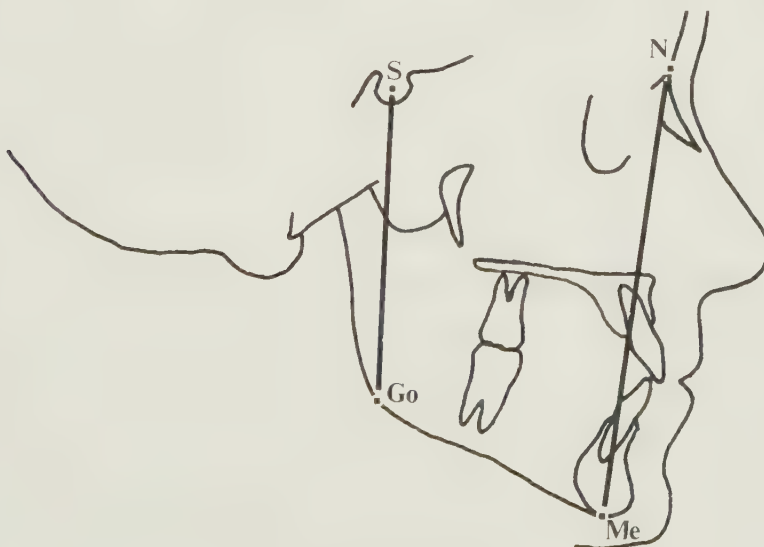


Abb. 3 Vordere (NMe) und hintere (SGo) Gesichtshöhe nach JARABAK

Beispielhaft seien hier zwei Kieferanomalien genannt, die in sehr enger Beziehung zu den beiden Extremformen der Wachstumsrichtung stehen, Deckbiß und skelettal offener Biß.

Vieles spricht dafür, daß sich die Entwicklung des Kauorgans als kontinuierlicher Prozeß in eine bestimmte Richtung darstellt. Man kann daher mit einer gewissen Sicherheit aus der beobachteten Schädelstruktur auf das weitere Wachstum schließen. Auf diese Weise kommt man zu einer sog. strukturellen Wachstumsvorhersage (BJOERK [1969]). Solche Erkenntnisse über die Wachstumsrichtung werden im allgemeinen aus Indikatoren im Fernröntgenseitenbild gewonnen. Daneben gibt es weitere methodische Ansätze, die SERGL (1978) in einem Übersichtsreferat zusammenfaßte: Mittelwertsmethode, Zeitserienmethode, genetische Methode und Regressionsmethode.

Die spezielle Aufnahmetechnik dieser Röntgenbilder wurde 1931 von BROADBENT (USA) und HOFRATH (Deutschland) in die kieferorthopädische Diagnostik eingeführt. Es handelt sich dabei um eine Standardisierung der lateralen Schädelaufnahme, wodurch reproduzierbare, nahezu projektionsfehlerfreie Röntgenbilder im Maßstab 1:1 resultieren. Mit der Auswertung dieser sog. Fernröntgenseitenbilder war eine gute Möglichkeit geschaffen, Informationen für eine genaue Diagnostik und Beurteilung zu gewinnen. Heute nutzt man dieses Verfahren in der Kieferorthopädie routinemäßig.

Aus dem Fernröntgenseitenbild gewonnene Meßwerte werden zum Teil im Sinne der strukturellen Wachstumsvorhersage als Indikatoren der Wachstumsrichtung interpretiert. Als besonders geeignet, um Hinweise auf die zu erwartende Wachstumsrichtung zu erhalten, gelten das oben beschriebene JARABAK-Verhältnis und die Winkelsumme nach BJOERK. Beim letzteren Indikator handelt es sich um die Summe aus NSAr-Winkel, SArGo-Winkel und ArGoMe-Winkel (Abb. 4). Üblicherweise werden in diesem Zusammenhang weitere Auswertungsergebnisse in die Beurteilung miteinbezogen, beispielsweise der Basiswin-

kel und der Y-Achsen-Winkel. Ersterer ist der Winkel zwischen Mandibularebene und Spina-Ebene, letzterer das Winkelmaß zwischen Nasion-Sella-Ebene und der Y-Achse SGn (Abb. 4). Allerdings bewertet RAKOSI (1979) die Aussagekraft des Y-Achsen-Winkels zur strukturellen Wachstumsvorhersage nur als die einer ergänzenden Kontrollmessung. Dieser Einwand scheint berechtigt, insbesondere wenn man sich vergegenwärtigt, daß die sagittale Unterkieferlage in den Meßwert für den Y-Achsen-Winkel eingeht. An dieser Stelle ist auf die Problematik hinzuweisen, die sich daraus ergibt, daß man bei der Komplexität des Wachstumsgeschehens und der Vielfalt von Schädelstrukturen die Entwicklung in nur zwei oder drei Wachstumstypen charakterisiert. So wichtig das Erkennen der beschriebenen Tendenzen auch sein mag, die Wirklichkeit ist damit natürlich nicht vollständig beschrieben, weil von einem Befund - einer Momentaufnahme - auf einen dynamischen Prozeß geschlossen werden muß. Die vorgeschlagenen Winkel- und Verhältnisangaben des Fernröntgenseitenbildes haben also als Indikatoren zu gelten, welche interpretiert werden müssen.

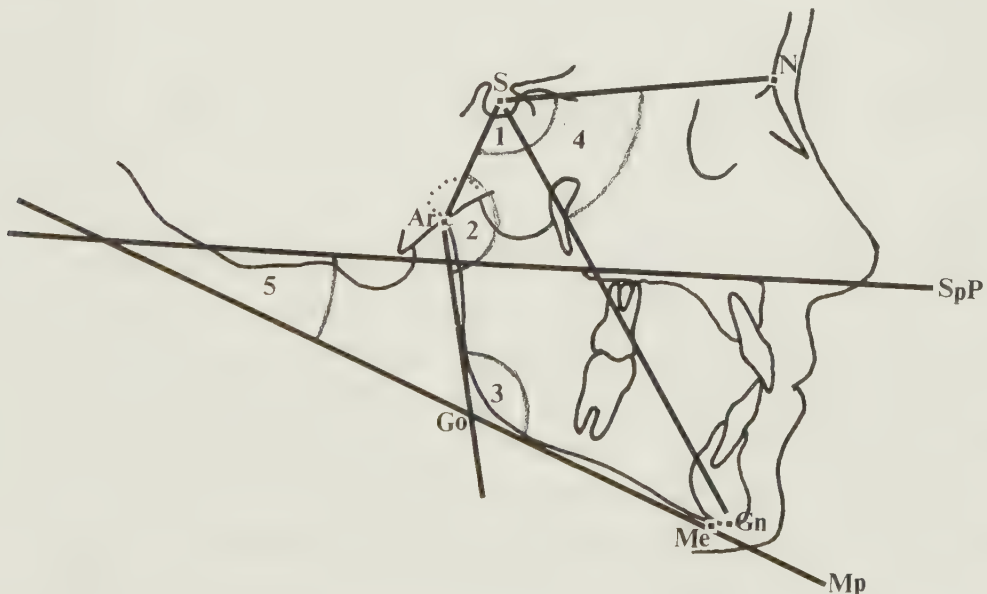


Abb. 4 Winkelmaße aus dem Fernröntgenseitenbild

- a) Winkelsumme nach BJOERK = $1+2+3$ ($NSAr\angle + SARGo\angle + ArGoMe\angle$)
- b) Y-Achsen-Winkel: 4 ($NSGn\angle$)
- c) Basiswinkel: 5 ($SpPMp\angle$)

Wie man aus vorangegangenen Untersuchungen weiß (FRANZREB 1978, RABE 1983, DIDION 1985), korrelieren die als Wachstumsindikatoren dienenden Variablen aus dem Fernröntgenseitenbild untereinander zum Teil mit hohen Korrelationskoeffizienten. Dies ist auch nicht anders zu erwarten, wenn sie wirklich eine gemeinsame Tendenz ausdrücken sollen. Zum Teil gehen aber auch unmittelbare geometrische Abhängigkeiten der betreffenden Maße in die Korrelationsberechnung mit ein.

Es gibt wohl kaum einen Kieferorthopäden, der nicht schon versucht hätte, die Wachstumsrichtung aufgrund der bloßen Betrachtung des Fernröntgenseitenbildes oder nur des Gesichtsprofilis im Rahmen der klinischen Untersuchung abzuschätzen. Es erhebt sich die Frage, wieviel man von dem durch bestimmte Wachstumsindikatoren aus dem Fernröntgenseitenbild beschriebenen Konstruktum 'Wachstumsrichtung' auch ohne Messung - also intuitiv - erfassen kann.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen Schätzungen der Wachstumsrichtung mit den Maßen für Wachstumsindikatoren korreliert werden. Die Schätzungen sollen von drei Zahnärzten mit unterschiedlicher Berufserfahrung im Fach Kieferorthopädie abgegeben werden, und zwar

1. nach bloßer Betrachtung des Fernröntgenseitenbildes;
2. nach Betrachtung eines Profilphotos;
3. nach Betrachtung zweier Profilphotos, bei welchen durch Darstellung von Mandibularebene und Okklusionsebene mittels Anlegen von Spateln bestimmte strukturelle Merkmale verdeutlicht werden;
4. nach Betrachtung der Unterkieferkontur - herausgezeichnet aus dem Fernröntgenseitenbild;
5. nach Betrachtung eines Orthopantomogramms.

Letztendlich wird also die Frage nach der Treffsicherheit der globalen Schätzung des Wachstumstyps anhand verschiedener Beurteilungsgrundlagen gestellt.

Die Auswahl der fünf Vorlagen wurde nach verschiedenen Überlegungen getroffen. Die Schätzung anhand des Fernröntgenseitenbildes sollte - mehr oder weniger gut - möglich sein, da sich dem Beurteiler von eigenen früheren Auswertungen Merkmale des Erscheinungsbildes von Fernröntgenseitenbildern eingeprägt haben dürften. Skelettale Merkmale wirken sich auch auf die Gesichtsweichteile aus. Dies ist bei den Extremformen der Wachstumsrichtungen besonders offensichtlich. In diesem Zusammenhang sei auf Beurteilungs- und Vermesungsverfahren von Photostataufnahmen hingewiesen - beispielsweise die Auswertung des Kieferprofilfeldes nach SCHWARZ (1961). Auch wenn der Zusammenhang zwischen skelettaler Struktur und Gesichtsprofil keineswegs zwingend ist, kann die Auswertung einer Photostataufnahme durchaus für eine vorläufige Befunderfassung als brauchbar gelten. Es schien daher reizvoll, zu fragen, wieviel von der Wachstumsrichtung bei bloßer äußerer Betrachtung erkennbar ist und ob eine Darstellung von Mandibular- und Okklusionsebene durch Anlegen von Holzspateln, wie SERGL (1978) dies für die klinische Untersuchung empfiehlt, die Ergebnisse verbessert. Da nach BJOERK (1969) auch aus der Form der Mandibula, beispielsweise aus der Krümmung des Mandibularkanals, dem Symphysenquerschnitt oder dem Verlauf des Unterkieferrandes Hinweise für die Wachstumsrichtung abgeleitet werden können, sollte auch allein aus der Unterkieferdurchzeichnung des Fernröntgenseitenbildes etwas vom Wachstumstyp erfaßbar sein. Im Orthopantomogramm schließlich, das meist routinemäßig als diagnostisches Hilfsmittel zur Verfügung steht, sind ebenfalls morphologische Merkmale der Mandibula dargestellt, so der Kieferwinkel, die Breite des aufsteigenden Unterkieferastes, Form, Größe und Neigung des Kondylus. Diese Merkmale bezeichnet SERGL (1978) in Anlehnung an BJOERK als strukturelle Zeichen zur Erfassung des Wachstumstyps. So ist es prinzipiell denkbar ein Orthopantomogramm zur Beurteilung des Wachstumstyps heranzuziehen.

2. Spezielle Literatur

Bei Sichtung der einschlägigen Literatur konnten wir keine Veröffentlichung finden, der dieselbe Fragestellung zugrundelag. Lediglich eine Arbeit von BAUMRIND et al. (1984) zeigt einen ähnlichen Ansatz. In dieser Untersuchung erhielten fünf erfahrene Kieferorthopäden 64 Fernröntgenseitenbilder und die zugehörigen kephalometrischen Meßwerte vorgelegt, ohne zu wissen, welche Werte von welchen Bildern stammten. Aufgrund der bloßen Betrachtung der Fernröntgenseitenbilder und der Kenntnis, daß 32 Fälle einen stark vertikalen Wachstumstyp aufwiesen, sollten diese "backward rotators" identifiziert werden. Als Ergebnis zeigte sich, daß die Trefferquote bei allen Beurteilern über eine zufällige Häufigkeit nicht hinausging. Die Häufigkeit, mit der vier oder fünf Beurteiler die gleiche Schätzung abgaben, deutet - so BAUMRIND - darauf hin, daß die Schätzergebnisse auf ähnlichen, in diesem Fall nicht zutreffenden, subjektiven Kriterien beruhten.

3. Eigene Untersuchung

3.1. Material und Methodik

3.1.1 Untersuchungsgut

In unsere Untersuchung fanden Befunde von 200 Fällen Eingang. Bei der Gruppe der ersten 100 handelt es sich um Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie in Mainz im Alter von 10 bis 14 Jahren (48 Jungen und 52 Mädchen). In der zweiten Gruppe wurden 100 Probanden, 73 Studenten und 27 Studentinnen im Alter von 21 bis 33 Jahren ($\bar{x} = 25,5$), untersucht.

3.1.2 Methodisches Vorgehen

In beiden Gruppen wurde an vorhandenen bzw. zu diesem Zwecke angefertigten Fernröntgenseitenbildern Messungen von 11 Variablen vorgenommen, welche als Indikatoren des Wachstumstyps gelten oder mit den genannten Tendenzen in Beziehung stehen. Im einzelnen sind dies (Abb. 4 und Abb. 5):

1. Basiswinkel [B]: Winkel zwischen Spinaebene [SpP] und Mandibularebene nach BJOERK [Mp]
2. Gesichtshöhenindex nach JARABAK [JAR]
3. Gonialwinkel nach BJOERK [GONIAL]: Winkel zwischen Mp und der Tangente vom Artikulare an den Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes
4. Winkelsumme nach BJOERK [BJOERK]: Summe aus Sattel-, Artikular- und Gonialwinkel
 - Sattelwinkel: Winkel zwischen NSe und SAR
 - Artikularwinkel: Winkel zwischen SAR und ArGo
5. Y-Achsen-Winkel [YACHSE]: Winkel zwischen NSe und SGn
6. Hinterer/oberer Gonialwinkel nach JARABAK [GO1]: Winkel zwischen ArGo und GoN
7. Vorderer/unterer Gonialwinkel nach JARABAK [GO2]: Winkel

zwischen GoN und Mp

8. PnMp-Winkel [PnMp]: Winkel zwischen Mp und Profilsenk-
te Pn
9. PnOcP-Winkel [PnOcP]: Winkel zwischen Okklusionsebene
und Pn
10. Oberer Basiswinkel [B1]: Winkel zwischen SpP und OcP
11. Unterer Basiswinkel [B2]: Winkel zwischen OcP und Mp

Für die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder wurde ein Computer-Analyse-Verfahren benutzt, wie es in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Mainz routinemäßig Anwendung findet. Anhand eines Fernröntgenseitenbildes werden dazu 25 Punkte auf einem Digitiser mittels eines Cursors gekennzeichnet und so in das Datenverarbeitungssystem eingelesen. Für die Genauigkeit der Berechnungen ist die exakte Festlegung der Meßpunkte Voraussetzung. Lagen Doppelkonturen vor, wie sie bei nicht genauer Lateraleinstellung des Kopfes oder bei Asymmetrien auftreten, wurde eine gemittelte Linie konstruiert und an dieser die Meßpunkte festgelegt.

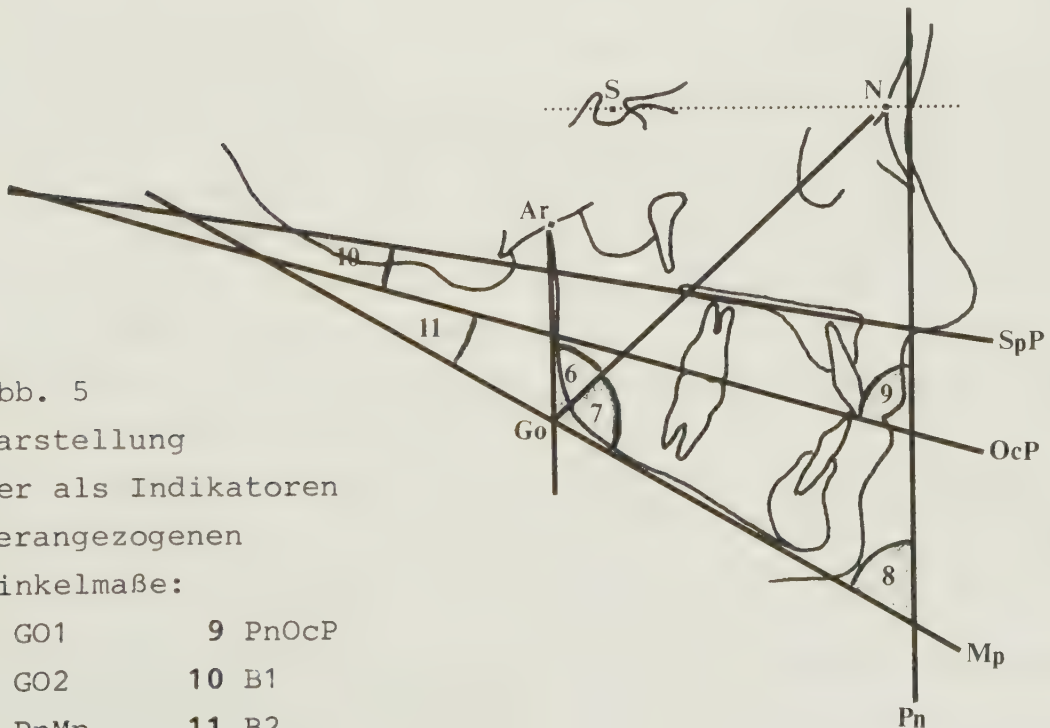


Abb. 5
Darstellung
der als Indikatoren
herangezogenen
Winkelmaße:

6 GO1	9 PnOcP
7 GO2	10 B1
8 PnMp	11 B2

Folgende Punkte waren einzugeben:

a) Punkte am Weichteilprofilschatten des Fernröntgenseitenbildes

1. Nasion: tiefste Einziehung der Nasenwurzel
2. Nasenspitze
3. Subnasale: tiefste Einziehung des Nasensteges
4. Labrale inferius: vorspringenster Punkt der Unterlippe
5. Hautpogonion: prominentester Punkt des Kinns

b) Punkte an der knöchernen Struktur des Gesichtsschädels

6. Sella: Zentrum der Sella turcica
7. Sellaeingang: Mitte des Einganges zur Sella turcica
8. Nasion: vorderster oberster Punkt der Sutura nasofrontalis
9. Spina nasalis anterior: vorderster Punkt der Spina (Bei stark gekrümmter Spina anterior wurde die Spinaebene nach der Kontur des harten Gaumens ausgerichtet.)
10. Spina nasalis posterior: Schnittpunkt der Kontur des harten Gaumens mit der Fossa pterygopalatina
11. Subspinale (A-Punkt): tiefste Einziehung des Oberkieferalveolarfortsatzes an seiner anterioren Kontur
12. Supramentale (B-Punkt): tiefste Einziehung des Unterkieferalveolarfortsatzes an seiner anterioren Kontur
13. und 14. Incision: incisalster Punkt der Incisivi in Ober- und Unterkiefer
15. und 16. Apikale: Wurzelspitze für oberen und unteren Incisivus ermittelt
17. Pogonion: anteriorster Punkt des Corpus mandibulae
18. Artikulare: Schnittpunkt der Projektion des Unterrandes des Os sphenoidale mit der Kontur des Hinterrandes des Collum
19. Condylare: Kranialster Punkt des Condylus mandibulae
20. Distaler Molarenkontakt: Mitte der okklusalen Berührungsfläche der distalsten in Okklusion stehenden

Molaren

21. Distalster Punkt des Condylus mandibulae
22. Menton: Kaudalster Punkt der äußeren Symphysenkontur
23. Unterer Tangentenpunkt: Berührungspunkt der Tangente geschlagen vom distalen Condylusrand an den Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes
24. und 25. vorderer und hinterer Berührungspunkt der Tangente an den Unterrand des horizontalen Astes

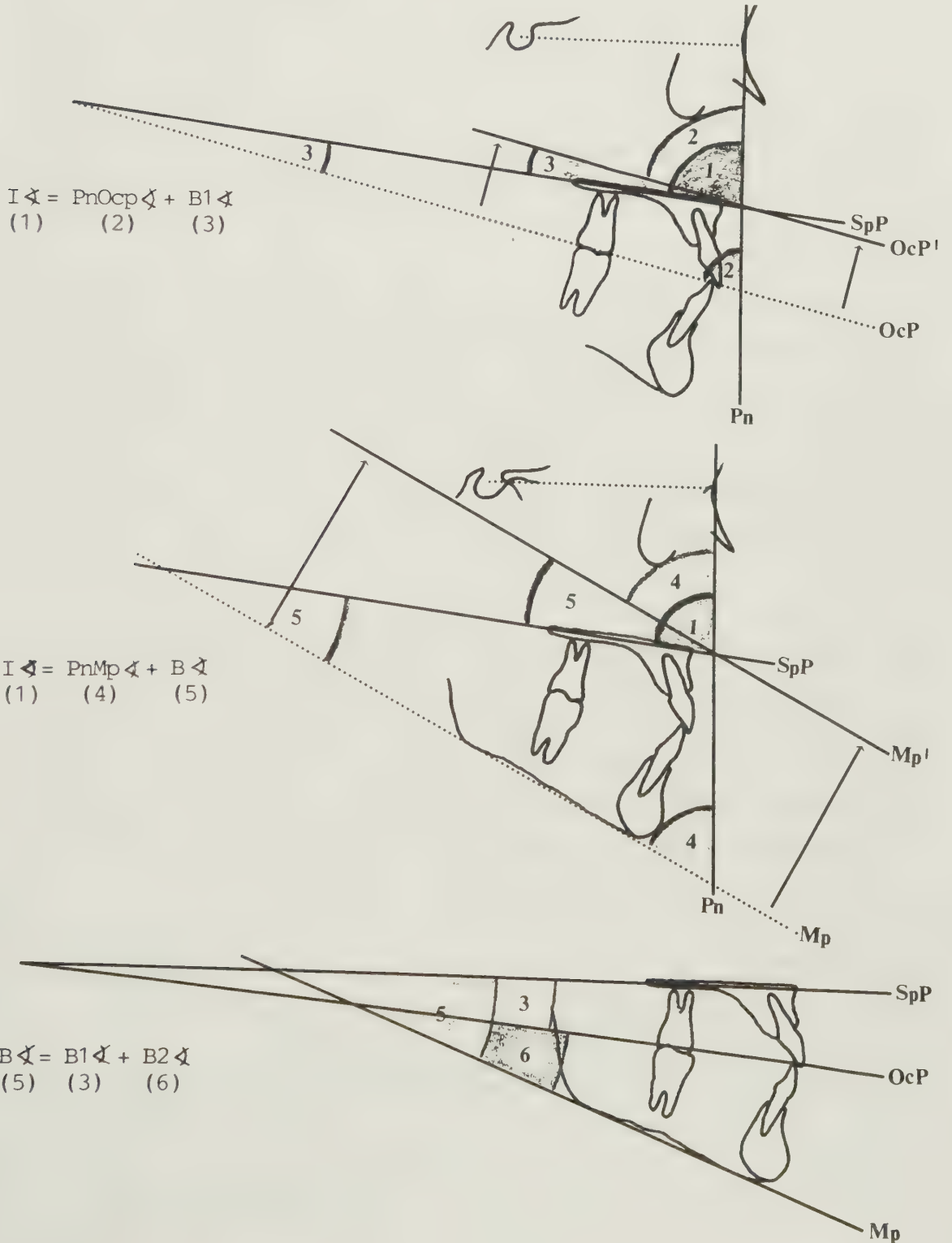
Anhand dieser Eingaben wurde mit dem Datenverarbeitungssystem rechnerisch jedes Fernröntgenseitenbild vermessen und ausgewertet, die Ergebniss als sog. Faktorenliste ausgedruckt (Abb. 6). Da im benutzten Rechenprogramm der obere und untere Teilwinkel des Basiswinkels sowie die Werte des PnMp- und PnOcP-Winkels nicht enthalten sind, wurden außerdem auf Durchzeichenfolie Profilsenkrechte und Okklusionsebene eingezeichnet, der dazwischen liegende Winkel gemessen und unter Zuhilfenahme des Wertes für den Inklinationswinkel aus der Faktorenliste die fehlenden Daten errechnet (Abb. 7).

Abb. 6 Faktorenliste (Beispiel)

ERGEBNISSE DER KEPHALOMETRISCHEN ANALYSE NACH SERGL							
FAKTOR	NORM	MESSWERT	DIFF	FAKTOR	NORM	MESSWERT	DIFF
T	10.0	7.4	-2.6	B	25.0	16.4	-8.6
Li - E	-2.0	-4.6	-2.6	Go	123.0	123.2	.2
F	85.0	93.9	8.9	SGo/NMe	63.5	81.2	17.7
SNA	82.0	91.0	9.0	Sattel	123.0	107.4	-15.6
I	85.0	91.2	6.2	Artik.	143.0	153.5	10.5
SNB	80.0	88.9	8.9	Gonial	128.0	117.1	-10.9
SNPo	80.0	89.4	9.4	Bjoerk	394.0	378.1	-15.9
PonB	3.6	1.0	-2.6	Y-Achsen	-59.5	59.5	119.1
N	56.0	69.5	13.5	Go1	54.0	47.6	-6.4
MM	90.0	90.7	.7	Go2	74.0	69.5	-4.5
AB	90.0	92.7	2.7	10K	70.0	63.3	-6.7
ANB	2.0	2.1	.1	10UK	90.0	81.2	-8.8
Konvex.	0.0	3.4	3.4	II	135.0	128.1	-6.9
Wits A	0.0	2.6	2.6	10K-NPo	5.0	5.4	.4
NSe	0.0	73.4	73.4	10UK-NPo	0.0	2.9	2.9
OK-L	0.0	54.3	54.3	10K-APo	3.0	4.4	1.4
UK-L	73.4	79.3	5.9	10UK-APo	1.0	1.8	.8
ASTHOEHE	0.0	66.3	66.3	10K-NA	4.0	3.2	-.8
ASTREL	0.0	1.2	1.2	10UK-NB	4.0	3.6	-.4

Abb. 7 Geometrische Beziehungen zwischen

- Inklinationswinkel, (1)
- PnOcP-Winkel, (2)
- PnMp-Winkel, (4)
- B1- und B2-Winkel und (3 u. 6)
- Basiswinkel (5)



Ferner wurden von drei Beurteilern, Zahnärzten mit unterschiedlich langer Erfahrung im Fach Kieferorthopädie (A seit 24 Jahren Fachzahnarzt für Kieferorthopädie, B seit einem Jahr Fachzahnarzt, C im zweiten Jahr der kieferorthopädischen Fachausbildung), Schätzungen des Wachstumstyps vorgenommen. Die Schätzungen wurden anhand einer siebenstufigen Schätzskala durchgeführt, in welcher die Ausprägung der Wachstumsrichtung von 'stark horizontal' über 'neutral' bis 'stark vertikal' mit Zahlen von -3 bis +3 angegeben wurde (Abb. 8). Diese Schätzwerte wurden zusammen mit den Ergebnissen der Fernröntgenanalyse in einem Übersichtsbogen zur statistischen Auswertung zusammengefaßt.

Unabhängig voneinander beurteilten die drei Zahnärzte den Wachstumstyp zunächst aufgrund der bloßen Betrachtung der Fernröntgenseitenbilder (n=200). Als zweite Vorlage dienten die Durchzeichnungen der Unterkieferkontur auf Transparentfolie aus den Fernröntgenseitenbildern der Patientengruppe (n=100). In der Patientengruppe wurde eine dritte Schätzung anhand der Betrachtung des Orthopantomogramms durchgeführt (n=100).

In der Studentengruppe wurden neben besagter Beurteilung des Fernröntgenseitenbildes zwei weitere Schätzungen anhand von Profilphotos vorgenommen. Dabei handelt es sich zunächst um ein einfaches Profilphoto im Schlußbiß bei entspannter Lippenhaltung (n=100), desweiteren um zwei Profilaufnahmen, bei welchen durch Anlegen eines Spatels an den Unterrand der

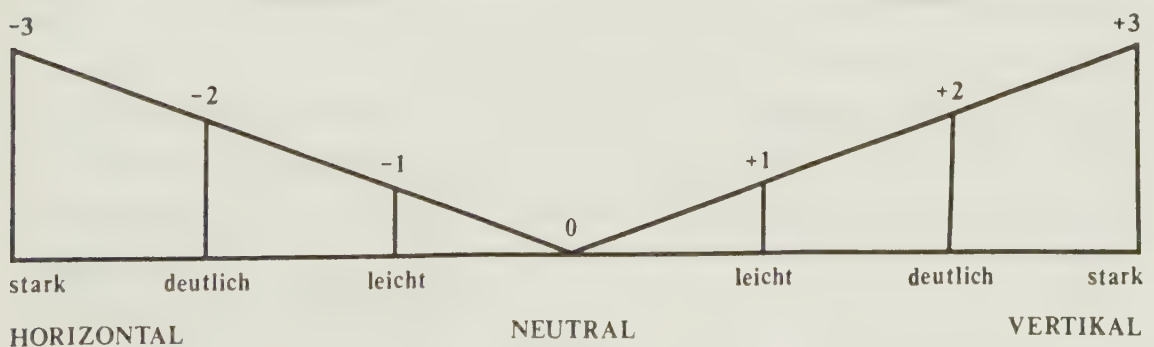


Abb. 8 Beurteilungsschema

Mandibula bzw. durch Einlegen eines Spatels zwischen die Zahnreihen der Verlauf von Mandibular- und Okklusionsebene dem Beurteiler verdeutlicht wurde (n=100; s. Anhang).

Die Photographien wurden unter standardisierten Bedingungen angefertigt. Angewiesen eine natürliche Kopfhaltung einzunehmen, wurden die sitzenden Probanden auf einen Behandlungsstuhl in der Höhe so eingestellt, daß sie selbst auf einem fest installierten Spiegel ihre Bipupillar-Ebene in Deckung mit einer Richtmarkierung fanden (s. Anhang). Damit war für die drei aufeinander folgenden Aufnahmen die Kopfhaltung reproduzierbar. Die optische Achse der Kamera (Spiegelreflexkamera mit Teleobjektiv, 110 mm Brennweite, Aufnahmedistanz 2,5 m) wurde von einem festgelegten Punkt in exakter Lateralprojektion auf die 'Frankfurter Horizontale' hin ausgerichtet.

3.1.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde im Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Johannes Gutenberg-Universität durchgeführt. Bei der statistischen Bearbeitung der Ergebnisse müssen die folgenden Besonderheiten beachtet werden: Zum einen handelt es sich um diskrete Meßwerte, als Verhältniszahl, Winkel oder Strecke angegeben, zum anderen um die Ergebnisse einer komplexen Beurteilung und Einordnung dieses Befundes in ein Bewertungsschema - also um relative Werte. Um einen möglichen Zusammenhang zwischen diesen Werten zu ermitteln, bedient man sich eines Rangordnungsverfahrens. Hierbei werden sowohl die Fernröntgenmeßwerte als auch die Beurteilungsergebnisse als Rangplätze aufgefaßt und so miteinander korreliert. Als Berechnungsvorschrift für die 'Maßzahl des Zusammenhanges' verwenden wir die der Rangkorrelation nach SPEARMAN.

Die Formel lautet: $s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N-1)}$

s: SPEARMAN'scher Rangkorrelationskoeffizient

D= $(R_x - R_y)$; Differenz zwischen den Rangplätzen, die Wachstumsbeurteilung und Fernröntgenmeßwert bei demselben Fall einnehmen.

N: Anzahl der Fälle

Zunächst wurde aus drei Ergebnissen der Fernröntgenanalyse rechnerisch ein Kombinationsmaß ermittelt und diesem hinzugefügt. Bei dem statistischen Verfahren handelt es sich um eine Faktorenanalyse, wobei ein Faktor extrahiert wurde. Wir nennen ihn 'Faktor 1'. Der Faktorenladungsmatrix waren die folgenden drei Variablen zugrunde gelegt: Basiswinkel, JARABAK-Verhältnis und Winkelsumme nach BJOERK - also Größen, die gemeinhin als charakterisierend für den Wachstumstyp gelten. Die Linearkombination 'Faktor 1' setzt sich im Sinne einer Faktorenladung folgendermaßen zusammen:

$$\text{Faktor 1} = 0,0486 \times B - 0,0639 \times JAR + 0,0549 \times BJOERK - 18,3196$$

Wie oben erwähnt, wurden die Schätzungen von drei Zahnärzten durchgeführt, welche unterschiedliche Erfahrung im Fach Kieferorthopädie in diese Beurteilung miteinbrachten. Es stellt sich die Frage, ob die Berufserfahrung in unserer Untersuchung Auswirkungen auf die Genauigkeit der Schätzung haben würde. Vor der statistischen Auswertung der Daten bedurfte es nun der Klärung dieser Frage.

Die Ergebnisse der Schätzungen wurden getrennt nach Beurteiler mit dem 'Faktor 1' korreliert. Die dabei ermittelten SPEARMAN'schen Rangkorrelationskoeffizienten (Abb. 9) sind ein Maß für die Genauigkeit der Schätzung des Kriteriums Wachstumstyp, soweit es durch das Kombinationsmaß 'Faktor 1' repräsentiert wird. Weist man den drei Ergebnissen innerhalb einer Beurteilungsreihe die

Ränge 1-3 zu und addiert diese für jeden Beurteiler (Abb. 10), so zeigt sich, daß die Schätzung des Beurteilers mit der geringsten Berufserfahrung (C) häufiger höher mit dem 'Faktor 1' korrelieren als diejenigen des erfahrensten (A). Der dritte Beurteiler (B) rangiert hinter diesem.

Weil die Berufserfahrung in dieser Untersuchung keinen eindeutigen Einfluß auf die Treffsicherheit zu haben scheint, hielten wir es für sinnvoll auf eine Differenzierung in Ergebnisse verschiedener Beurteiler zu verzichten. Für das weitere Vorgehen wurde jeweils das arithmetische Mittel aus den drei Schätzungen der drei Beurteiler gebildet und mit den Meßwerten aus der Fernröntgenanalyse sowie mit dem 'Faktor 1' korreliert. Ebenfalls wurden die SPEARMAN'schen Rangkorrelationskoeffizienten errechnet, die sich aus der Korrelation der Fernröntgenanalysewerte untereinander ergeben.

Abb. 9 Korrelationskoeffizienten zwischen dem Faktor 1 und Bewertungen der einzelnen Beurteiler

Beurteiler	PHO	SPA	MAN	OPG	FRS
A	0,593	0,601	0,551	0,488	0,706
B	0,471	0,669	0,464	0,215	0,663
C	0,660	0,618	0,413	0,500	0,738

Abb. 10 Rangverteilung und Rangsumme der Korrelationskoeffizienten aus Abb. 9

Beurteiler	PHO	SPA	MAN	OPG	FRS	Summe
A	2	3	1	2	2	10
B	3	1	2	3	3	12
C	1	2	3	1	1	8

Abb. 11 Ergebnismatrix der Korrelationsberechnungen

	B	JAR	GONIAL	BJOERK
B	1.00000 0.0000 200	-0.80632 0.0001 200	0.64662 0.0001 200	0.77850 0.0001 200
JAR	-0.80632 0.0001 200	1.00000 0.0000 200	-0.68179 0.0001 200	-0.95945 0.0001 200
GONIAL	0.64662 0.0001 200	-0.68179 0.0001 200	1.00000 0.0000 200	0.70149 0.0001 200
BJOERK	0.77850 0.0001 200	-0.95945 0.0001 200	0.70149 0.0001 200	1.00000 0.0000 200
YACHSE	0.52908 0.0001 200	-0.70388 0.0001 200	0.36875 0.0001 200	0.82520 0.0001 200
GO1	0.18289 0.0095 200	-0.12125 0.0872 200	0.57512 0.0001 200	0.02217 0.7554 200
GO2	0.66742 0.0001 200	-0.77812 0.0001 200	0.80832 0.0001 200	0.87554 0.0001 200
MP	-0.78541 0.0001 200	0.95575 0.0001 200	-0.69137 0.0001 200	-0.99105 0.0001 200
OCP	-0.51879 0.0001 200	0.71723 0.0001 200	-0.37510 0.0001 200	-0.75421 0.0001 200
B1	0.74587 0.0001 200	-0.52730 0.0001 200	0.29541 0.0001 200	0.50243 0.0001 200
B2	0.47734 0.0001 200	-0.47281 0.0001 200	0.53229 0.0001 200	0.47151 0.0001 200
FACTOR1	0.90129 0.0001 200	-0.97244 0.0001 200	0.71416 0.0001 200	0.96431 0.0001 200

YACHSE	GO1	GO2	MP	OCP
0.52908	0.18289	0.66742	-0.78541	-0.51879
0.0001	0.0095	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
-0.70388	-0.12125	-0.77812	0.95575	0.71723
0.0001	0.0872	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
0.36875	0.57512	0.80832	-0.69137	-0.37510
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
0.82520	0.02217	0.87554	-0.99105	-0.75421
0.0001	0.7554	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
1.00000	-0.23604	0.63529	-0.81601	-0.75335
0.0000	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
-0.23604	1.00000	0.04848	-0.02540	0.10294
0.0008	0.0000	0.4954	0.7210	0.1469
200	200	200	200	200
0.63529	0.04848	1.00000	-0.86126	-0.56364
0.0001	0.4954	0.0000	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
-0.81601	-0.02540	-0.86126	1.00000	0.76180
0.0001	0.7210	0.0001	0.0000	0.0001
200	200	200	200	200
-0.75335	0.10294	-0.56364	0.76180	1.00000
0.0001	0.1469	0.0001	0.0001	0.0000
200	200	200	200	200
0.42173	0.05060	0.33749	-0.51466	-0.65008
0.0001	0.4768	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200
0.24947	0.15686	0.52369	-0.45984	0.07201
0.0004	0.0265	0.0001	0.0001	0.3109
200	200	200	200	200
0.72258	0.11303	0.81841	-0.96172	-0.69622
0.0001	0.1110	0.0001	0.0001	0.0001
200	200	200	200	200

	B1	B2	PHO	SPA	
B	0.74587 0.0001 200	0.47734 0.0001 200	0.52245 0.0001 100	0.57655 0.0001 100	0.48 0.0
JAR	-0.52730 0.0001 200	-0.47281 0.0001 200	-0.59363 0.0001 100	-0.66901 0.0001 100	-0.53 0.0
GONIAL	0.29541 0.0001 200	0.53229 0.0001 200	0.61321 0.0001 100	0.62144 0.0001 100	0.76 0.0
BJOERK	0.50243 0.0001 200	0.47151 0.0001 200	0.63040 0.0001 100	0.69098 0.0001 100	0.56 0.0
YACHSE	0.42173 0.0001 200	0.24947 0.0004 200	0.42809 0.0001 100	0.47258 0.0001 100	0.38 0.0
GO1	0.05060 0.4768 200	0.15686 0.0265 200	0.05518 0.5856 100	0.02160 0.8311 100	0.44 0.0
GO2	0.33749 0.0001 200	0.52369 0.0001 200	0.70291 0.0001 100	0.73082 0.0001 100	0.62 0.0
MP	-0.51466 0.0001 200	-0.45984 0.0001 200	-0.62393 0.0001 100	-0.70093 0.0001 100	-0.54 0.0
OCP	-0.65008 0.0001 200	0.07201 0.3109 200	-0.37932 0.0001 100	-0.47848 0.0001 100	-0.33 0.0
B1	1.00000 0.0000 200	-0.03272 0.6455 200	0.21495 0.0317 100	0.31044 0.0017 100	0.23 0.0
B2	-0.03272 0.6455 200	1.00000 0.0000 200	0.38426 0.0001 100	0.35429 0.0003 100	0.43 0.0
FACTOR1	0.61495 0.0001 200	0.49723 0.0001 200	0.62866 0.0001 100	0.69846 0.0001 100	0.53 0.0

MAN	OPG	FRS_STUD	FRS_PAT	FACTOR1
1897	0.41748	0.67277	0.76444	0.90129
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1091	-0.49046	-0.67645	-0.75346	-0.97244
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1561	0.60834	0.72876	0.79997	0.71416
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1198	0.48676	0.71382	0.83190	0.96431
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1408	0.17792	0.45629	0.58809	0.72258
0001	0.0766	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1988	0.22976	0.12546	0.11794	0.11303
0001	0.0215	0.2136	0.2425	0.1110
100	100	100	100	200
1255	0.59166	0.80236	0.88367	0.81841
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1687	-0.47090	-0.71015	-0.81941	-0.96172
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1410	-0.25671	-0.39826	-0.54024	-0.69622
0010	0.0099	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1537	0.18338	0.28273	0.51732	0.61495
0242	0.0678	0.0044	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1034	0.37010	0.53958	0.51431	0.49723
0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
100	100	100	100	200
1131	0.48607	0.73422	0.82981	1.00000
0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000
100	100	100	100	200

3.2 Ergebnisse

In Abb. 11 sind die errechneten Korrelationskoeffizienten erfaßt, welche sich bei der Korrelation von Fernröntgenmeßwerten und Faktor 1 mit den Ergebnissen der Beurteilungen sowie bei der Korrelationsberechnung der Meßwerte untereinander ergeben. Bei der vorliegenden Darstellung ist jeweils der SPEARMAN'sche Rangkorrelationskoeffizient, das Signifikanzniveau und die in die Berechnung eingegangene Fallzahl angegeben.

Unter dem Signifikanzniveau versteht man die Irrtumswahrscheinlichkeit (p), die man in Kauf nimmt, wenn man behauptet, daß eine Korrelation von Null verschieden ist bzw. daß ein wie auch immer gearteter, aber mehr als zufälliger, Zusammenhang besteht.

Die Korrelationskoeffizienten können Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei - wie erwähnt - 0 gleichbedeutend mit "fehlendem Zusammenhang" ist, 1 hingegen die absolute Kovariation bezeichnet. Bei Korrelationskoeffizienten treten auch negative Werte auf. Dies bedeutet, daß es sich in diesen Fällen um reziproke Verhältnisse handelt, was aber bezüglich der Aussagekraft dieser Koeffizienten unerheblich ist. An dieser Stelle sei auf die Problematik hingewiesen, die sich bei der Bewertung der Korrelationskoeffizienten hinsichtlich ihrer Höhe ergibt. BORTZ (1979) spricht von Korrelationen zwischen zwei Variablen als notwendiger, aber keineswegs hinreichender Voraussetzung für kausale Abhängigkeiten: "Korrelationen liefern bestenfalls Hinweise, wo kausale Beziehungen bestehen können" und müssen dementsprechend interpretiert werden. Für psychologische Tests bezeichnet LIENERT (1969) "selbst einen für praktische Verhältnisse extrem hohen Validitätskoeffizienten von 0,8" als notwendig für eine gewisse Sicherheit in der Aussagekraft und fährt fort, "daß es unrealistisch hoher Koeffizienten bedarf, um Aussagen mit hoher Sicherheit machen" zu können. CHADDOCK (1961) wertet

Koeffizienten $\geq 0,7$ als Zeichen "enger gegenseitiger Abhängigkeit"; bei Werten zwischen 0,5 und 0,7 spricht er von "bedeutsamem Zusammenhang". Werte unter 0,3 charakterisieren nur noch eine "unbedeutende Beziehung".

Bei der Betrachtung von Korrelationskoeffizienten ist auch das jeweilige Signifikanzniveau von Interesse. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die zugrunde liegende Fallzahl, denn je größer diese ist, umso unwahrscheinlicher ist auch bei niedrigen Korrelationskoeffizienten das Vorliegen rein zufälliger Zusammenhänge. Umgekehrt muß ein Korrelationskoeffizient bei einer kleinen Fallzahl höher sein, um - bei einer gewissen Irrtumswahrscheinlichkeit - signifikant von 0 verschieden zu sein. MITTENECKER (1963) gibt bei einem üblichen 1%-Signifikanzniveau ($p=0,01$) für die in unsere Berechnung eingehende Fallzahlen ($n_1=100$ und $n_2=200$) Mindestgrößen für die Korrelationskoeffizienten von $r_1=0,254$ und $r_2=0,181$ an.

3.2.1 Koeffizienten bei der Korrelation der Fernröntgenanalysenwerte untereinander

Aus den 144 Korrelationskoeffizienten dieser Berechnung sollen in Anlehnung an die von LIENERT und CHADDock empfohlene Einteilung die Werte herausgegriffen werden, welche um 0,7 und höher liegen.

Die Schwankungen in der Höhe der Koeffizienten sind groß. Beispielsweise korreliert der Summenwinkel nach BJOERK hoch mit dem JARABAK-Verhältnis (-0,959), jedoch nicht signifikant mit dem hinteren Kieferwinkel GO1 (0,022). Beachtenswert ist, daß GO1- und GO2-Winkel miteinander nur unbedeutend korrelieren. Der GO2-Winkel besitzt im Gegensatz zum GO1-Winkel hohe Korrelationen mit den bekannten Wachstumsindikatoren - sogar höhere als der Gesamt-Gonial-Winkel (Abb. 12).

Der höchste Koeffizient in unserer Berechnung (-0,991) tritt bei der Korrelation des PnMp-Winkels mit der Winkelsumme nach BJOERK auf. Aus geometrischen Gründen sind beide Winkelmaße äquivalent. Die Differenz zum daher erwarteten Koeffizient (-1,0) ist auf Meßungenauigkeiten zurückzuführen. Wegen dieser Beziehung wird im weiteren auf eine gesonderte Angabe des PnMp-Winkels verzichtet.

Abb. 12 Koeffizienten der Korrelation zwischen GO-, GO1- und GO2-Winkel und vier weiteren Variablen

	GO -	GO1 -	GO2 -	Winkel
Basiswinkel	0,646	0,182	0,667	
JARABAK-Verhältnis	-0,681	-0,121	-0,778	
Winkelsumme n. BJOERK	0,701	0,022	0,875	
Faktor 1	0,714	0,113	0,818	

Der Faktor 1 korreliert mit dem Gesichtshöhenindex nach JARABAK -0,972, mit dem Summenwinkel nach BJOERK 0,964, mit dem Basiswinkel 0,901 und mit dem GO2-Winkel 0,818.

Der Summenwinkel nach BJOERK korreliert mit dem Faktor 1 0,964, mit dem JARABAK-Verhältnis -0,959, mit dem GO2-Winkel 0,875, mit dem Y-Achsen-Winkel 0,825 und mit dem Basiswinkel 0,778.

Der Gesichtshöhenindex nach JARABAK weist neben den schon erwähnten Ergebnissen hohe Korrelationen mit dem Basiswinkel -0,806 und mit dem GO2-Winkel -0,778 auf.

Der Basiswinkel weist folgende Korrelationen auf: mit Faktor 1 0,901, dem JARABAK-Verhältnis -0,806, mit dem Summenwinkel nach BJOERK 0,778, dem GO2-Winkel 0,667 und mit dem Gonial-Winkel 0,647.

Der GO2-Winkel erwies sich ebenfalls als ein Maß, welches zu den bekannten Wachstumsindikatoren hohe Korrelationen besitzt: mit dem Summenwinkel nach BJOERK 0,875, dem Faktor 1 0,818, mit dem Gonial-Winkel selbst nur 0,808, mit dem JARABAK-Verhältnis -0,778 und mit dem Basiswinkel 0,667.

Der Y-Achsen-Winkel weist nur eine einzige Korrelation über 0,8 auf, und zwar mit dem Summenwinkel: 0,825.

Der PnOcP-Winkel schließlich hat im Zusammenhang mit dem Summenwinkel (-0,754) seine höchste Korrelation unter 0,8.

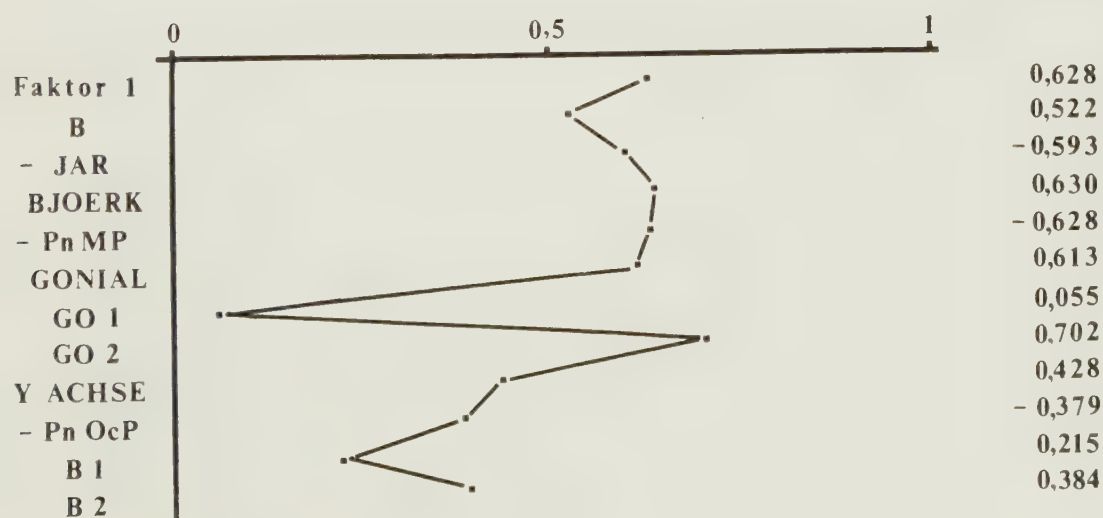
Alle übrigen Variablen haben relativ niedrige Korrelationskoeffizienten.

3.2.2 Koeffizienten bei der Korrelation von Ergebnissen der Fernröntgenanalyse mit den Beurteilungsergebnissen

Der nun folgende Abschnitt gilt den 72 Korrelationskoeffizienten, welche die Zusammenhänge zwischen den Schätzungen des Wachstumstyps und den dazugehörigen Meßwerten aus den jeweiligen Fernröntgenseitenbildern beschreiben. Dabei werden die sechs Beurteilungsverfahren gesondert betrachtet. Im Gegensatz zu dem in Abschnitt 3.2.1 Gesagten wird der PnMp-Winkel hier gesondert aufgeführt, da trotz seiner Äquivalenz zum Summenwinkel nach BJOERK teilweise zu diesem differierende Korrelationskoeffizienten auftraten.

In Abb. 13 sind die SPEARMAN'schen Rangkorrelationskoeffizienten dargestellt, die bei der Beurteilung des Wachstumstyps anhand des äußeren Aspektes - dem Profilphoto ("PHO") - ermittelt wurden. Bei Faktor 1 (0,628), PnMp-Winkel (-0,628) und Winkelsumme (0,630) ergaben sich praktisch identische Koeffizienten. Die des Gonial-Winkels (0,613), des JARABAK-Verhältnisses (-0,593) und des Basiswinkels (0,522) liegen darunter. Der höchste Koeffizient ist beim GO2-Winkel (0,702) ausgewiesen, der niedrigste beim GO1-Winkel (0,055).

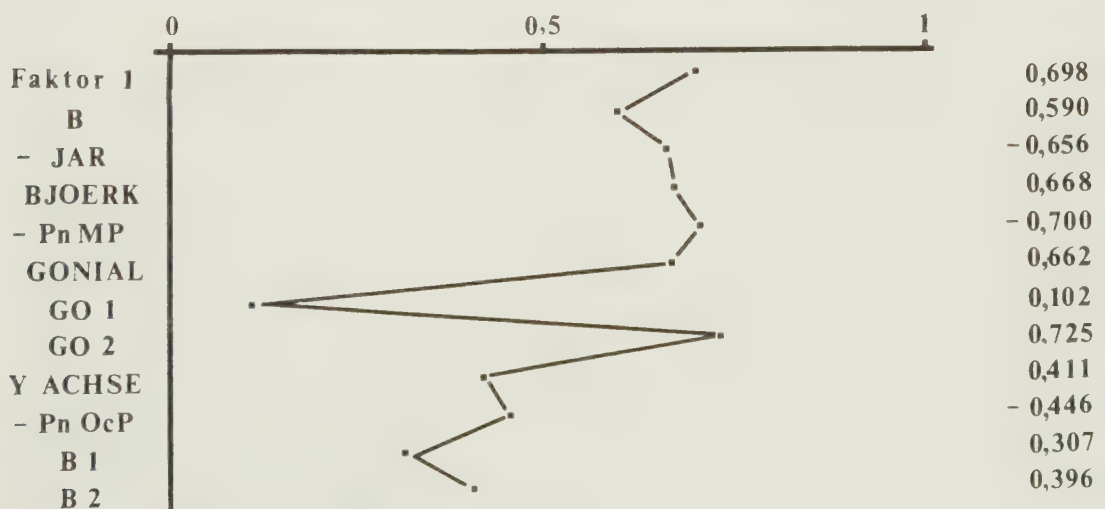
Abb. 13 Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe PHO



Die Koeffizienten des PnOcP-Winkels (-0,379) und des B2-Winkels (0,384) liegen zwischen Y-Achsen-Winkel (0,428) und B1-Winkel (0,215). Die Koeffizienten befinden sich auf dem 0,01 %-Signifikanzniveau mit Ausnahme des GO1-Winkels ($p=0,58$) und des B1-Winkels ($p=0,037$).

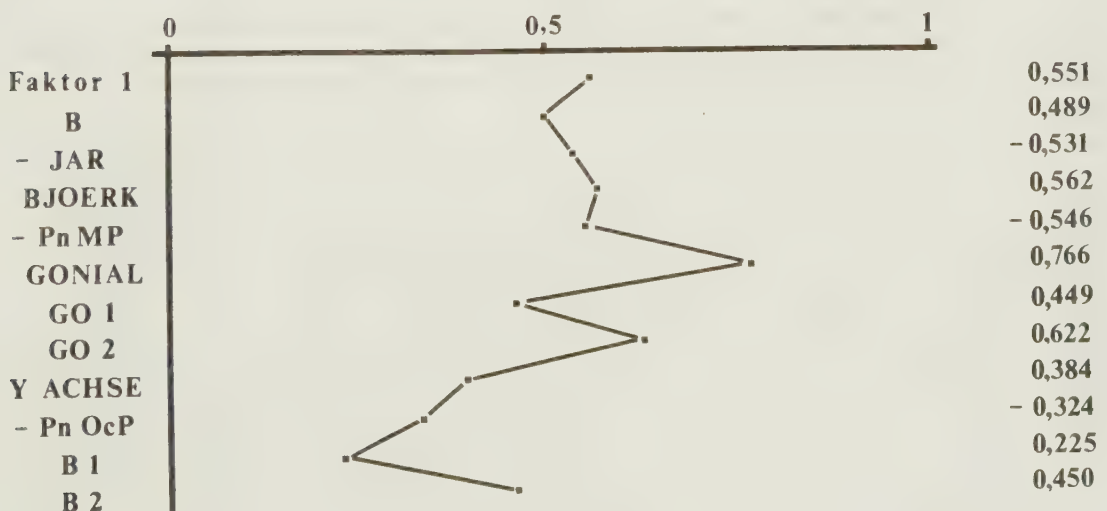
Abb. 14 zeigt die Korrelationskoeffizienten der nächsten Beurteilungsreihe, der Profilphotos mit Spateln ("SPA"). Erwartungsgemäß liegen die Koeffizienten etwas höher als bei der Beurteilung des Profilphotos ohne Hilfsmittel - eine Ausnahme bildet dabei nur der Y-Achsen-Winkel. Das Verteilungsprofil der Koeffizienten zeigt hier ein der Beurteilungsreihe PHO insgesamt sehr ähnliches Bild. Faktor 1 (0,698) und PnMp-Winkel (-0,700) liegen nahe beieinander, wie auch JARABAK-Verhältnis (-0,656), Winkelsumme nach BJOERK (0,668) und Gonial-Winkel (0,662) wenig voneinander differieren. Der Basiswinkel (0,590) liegt darunter. Wieder erreicht der Koeffizient beim GO1-Winkel (0,102) seinen Tiefstand, beim GO2-Winkel (0,725) seinen Maximalwert. Der PnOcP-Winkel korreliert mit dem Beurteilungsergebnis mit -0,446; Y-Achsen-Winkel (0,411), B2-Winkel (0,396) und B1-Winkel (0,307) weisen geringere Werte auf.

Abb. 14 Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe SPA



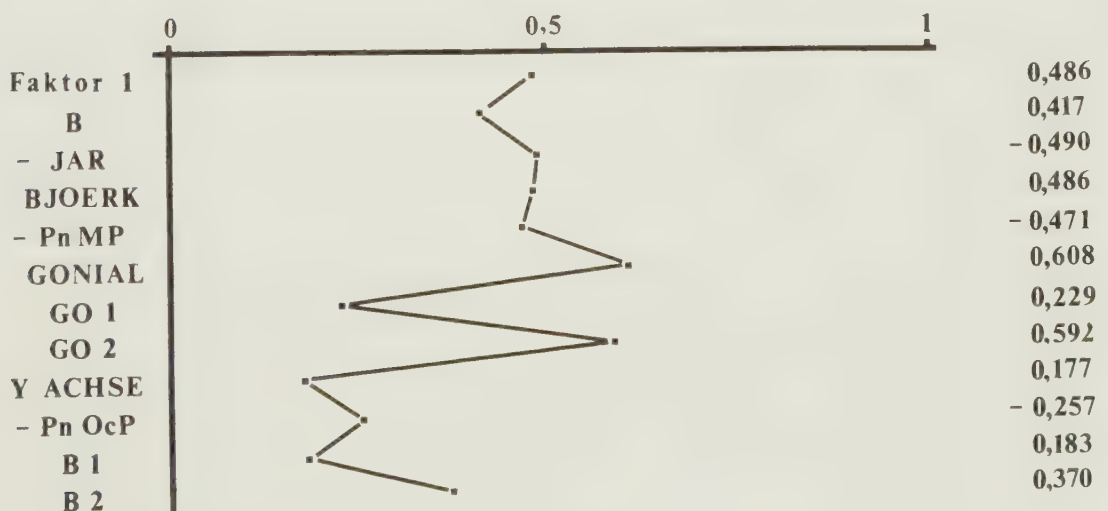
Bei den Korrelationskoeffizienten, die bei der statistischen Auswertung der Beurteilungen anhand der Mandibulakontur als Durchzeichnung aus dem Fernröntgenseitenbild ("MAN") ermittelt wurden, zeigt deren Darstellung in Abb. 15 zu den beiden vorangegangenen Ergebnisreihen deutliche Unterschiede. Den höchsten Koeffizienten finden wir bei der Korrelation mit dem Gonial-Winkel (0,766), erst an zweiter Stelle rangiert der Koeffizient beim GO2-Winkel (0,622). Wieder liegen Winkelsumme (0,562), PnMp-Winkel (-0,546), Faktor 1 (0,551) und JARABAK-Verhältnis (-0,531) in einem engeren Bereich zusammen, welcher aber auf einem niedrigeren Niveau zu finden ist als bei den Auswertungen PHO und SPA. GO1-Winkel (0,449) und B2-Winkel (0,450) korrelieren nahezu identisch mit den Beurteilungsergebnissen dieser Untersuchungsreihe. Beim Y-Achsen-Winkel beträgt der Koeffizient 0,384, beim PnOcP-Winkel -0,324. Beim B1-Winkel findet man den niedrigsten Wert dieser Beurteilungsreihe (0,225).

Abb. 15 Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe MAN



Bei der Beurteilung des Wachstumstyps anhand des Orthopantomogramms ("OPG") zeigen sich in der graphischen Darstellung der Korrelationskoeffizienten (Abb. 16) wiederum Ähnlichkeiten mit der Mandibula-Durchzeichnung (MAN). Der Gonial-Winkel (0,608) weist den höchsten Korrelationskoeffizienten auf, der GO2-Winkel (0,592) korreliert ähnlich hoch. JARABAK-Verhältnis (-0,490), Faktor 1 (0,486), Winkelsumme (0,486) und PnMp-Winkel (-0,471) korrelieren höher als der Basiswinkel (0,417) wie bei allen bisherigen Auswertungen. Die nächstfolgenden Koeffizienten sind so niedrig, daß teilweise nennenswerte Irrtumswahrscheinlichkeiten auftreten: B2-Winkel ($r=0,370/p=0,0002$), PnOcP-Winkel ($r=-0,257/p=0,0099$), GO1-Winkel ($r=0,229/p=0,022$), B1-Winkel ($r=0,183/p=0,068$) und Y-Achsen-Winkel ($r=0,177/p=0,076$). Vergleicht man diese Korrelationskoeffizienten mit solchen der vorhergehenden Beurteilungsreihe zeigt sich, daß Koeffizienten der Reihe OPG ausnahmslos niedrigere Werte annehmen als die der Beurteilungsreihe MAN.

Abb. 16 Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe OPG



Die Abb. 17 und 18 zeigen graphisch dargestellt die Korrelationskoeffizienten aus Beurteilungen von Fernröntgenseitenbildern. Es handelt sich dabei zum einen um Ergebnisse aus der Gruppe der Probanden ("FRS STUD"), zum anderen um die Beurteilungen anhand der Patientenfälle ("FRS PAT").

Abb. 17 Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe FRS STUD

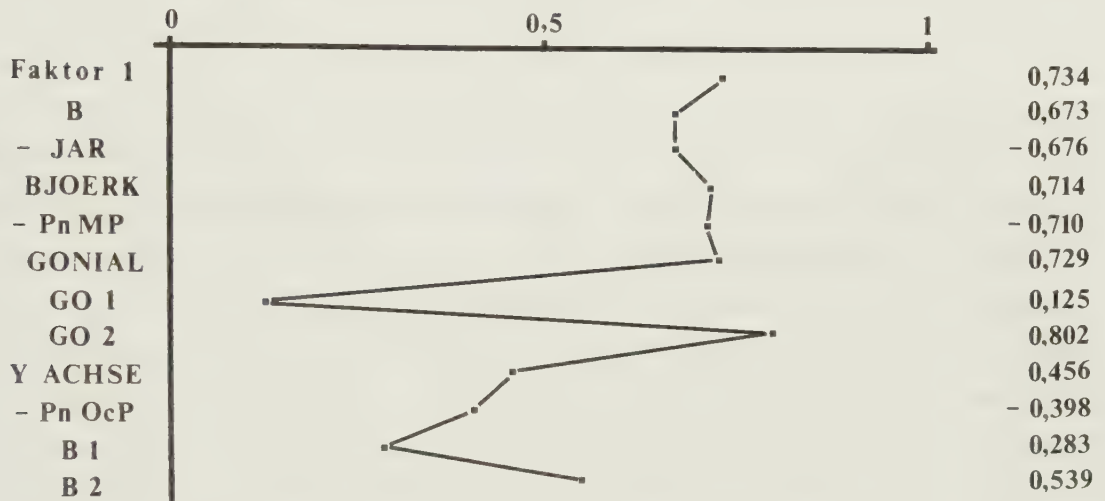
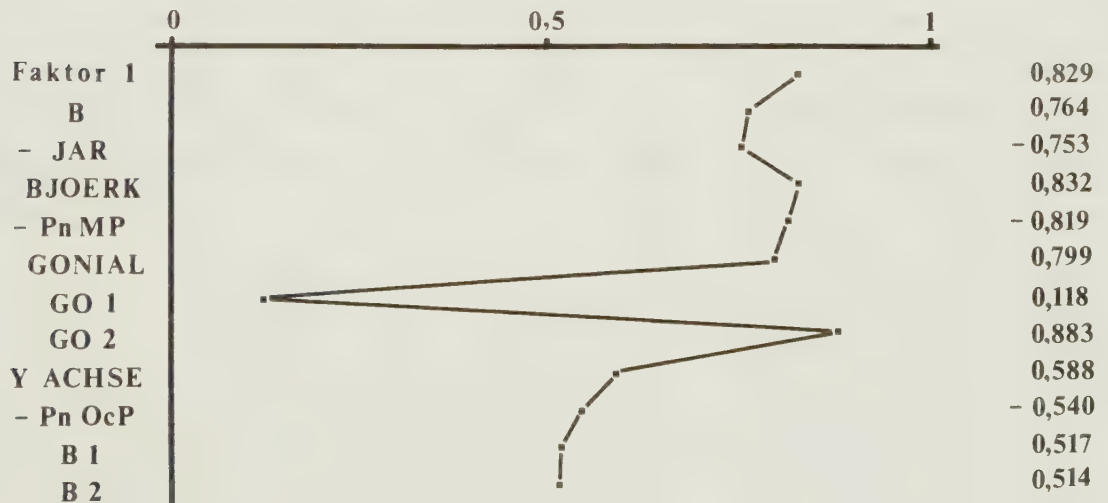


Abb. 18 Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe FRS PAT



Bei den Probanden weisen Basiswinkel (0,673) und JARABAK-Verhältnis (-0,676) fast identische Koeffizienten auf. Gleiches gilt für Winkelsumme nach BJOERK (0,714) und PnMp-Winkel (-0,710) sowie für Faktor 1 (0,734) und Gonial-Winkel (0,729). Den höchsten Koeffizienten finden wir bei der Korrelation mit dem GO2-Winkel (0,802), den niedrigsten beim GO1-Winkel (0,125). Nach der Höhe geordnet sind ferner der Koeffizient beim B2-Winkel (0,539), beim Y-Achsen-Winkel (0,456), beim PnOcP-Winkel (-0,398) und beim B1-Winkel (0,283) zu nennen.

Die Auswertung und Bewertung der Fernröntgenseitenbilder aus der Patientengruppe erbrachte nach der Korrelationsberechnung die folgenden Koeffizienten: Den höchsten Wert fanden wir auch hier bei der Korrelation des GO2-Winkels (0,883). Faktor 1 (0,829) und Winkelsumme (0,832) weisen ähnliche Koeffizienten auf, der des PnMp-Winkels (-0,819) ist etwas niedriger. Es folgen Gonial-Winkel (0,799), Basiswinkel (0,764) und JARABAK-Verhältnis (-0,753). Neben den Koeffizienten des Y-Achsen-Winkels (0,588) und des PnOcP-Winkels (-0,540) differieren die des B1- und B2-Winkels (0,517 und 0,514) nur sehr gering. Der deutlich niedrigste Korrelationskoeffizient findet sich auch hier beim GO1-Winkel (0,118).

Vergleichend bleibt festzustellen, daß mit Ausnahme von GO1- und B2-Winkel die Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihe FRS.PAT höher sind als die der Reihe FRS.STUD und beide wiederum höher als bei den anderen vier Beurteilungsreihen.

4. Diskussion

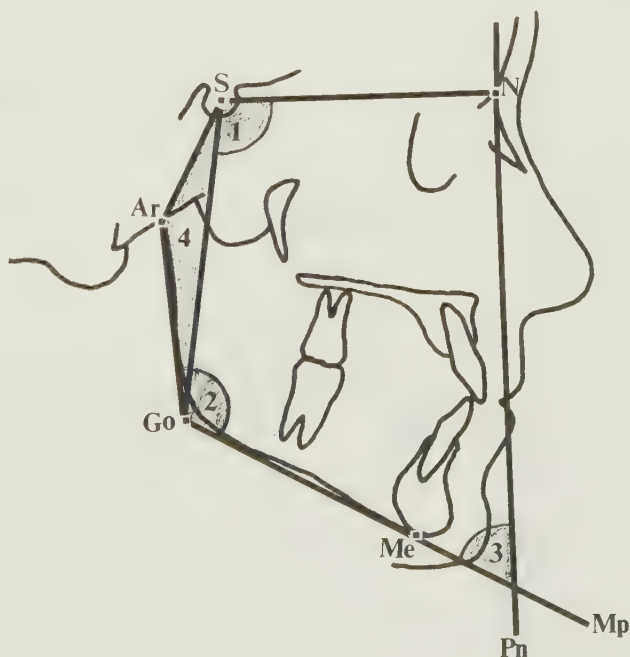
Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, wie gut der Wachtstumstyp anhand verschiedener Vorlagen geschätzt werden kann. Als Maßzahl des Zusammenhanges wurden SPEARMAN'sche Rangkorrelationskoeffizienten ermittelt, sowohl für den Zusammenhang zwischen Schätzung und Messung als auch für die Beziehungen der Meßwerte untereinander. Letzterem wollen wir uns zunächst zuwenden.

Es soll noch einmal betont werden, daß die Höhe der Korrelationskoeffizienten keine Aussagekraft bezüglich des Wachstumstyps besitzt, sondern hier ausschließlich den Zusammenhang zwischen einzelnen Meßwerten aus der Fernröntgenanalyse beschreibt. So ist der Koeffizient zwischen PnMp-Winkel und Summenwinkel nach BJOERK (-0,991) Ausdruck der rein geometrischen Beziehung beider Winkelmaße (Abb. 19). Zur Messung des Summenwinkels sind fünf Punkte im Fernröntgenseitenbild festzulegen. Letztendlich wird damit nur die Beziehung der Nasion-Sella-Ebene zur Mandibularebene definiert, denn die Lage des Punktes 'Artikulare' ist hierbei völlig belanglos. Weil die Winkelsumme im Dreieck SArGo immer 180° be-

Abb. 19

Darstellung von:

- 1) NSGo-Winkel
- 2) SGoMe-Winkel
- 3) PnMp-Winkel
- 4) Dreieck SArGo

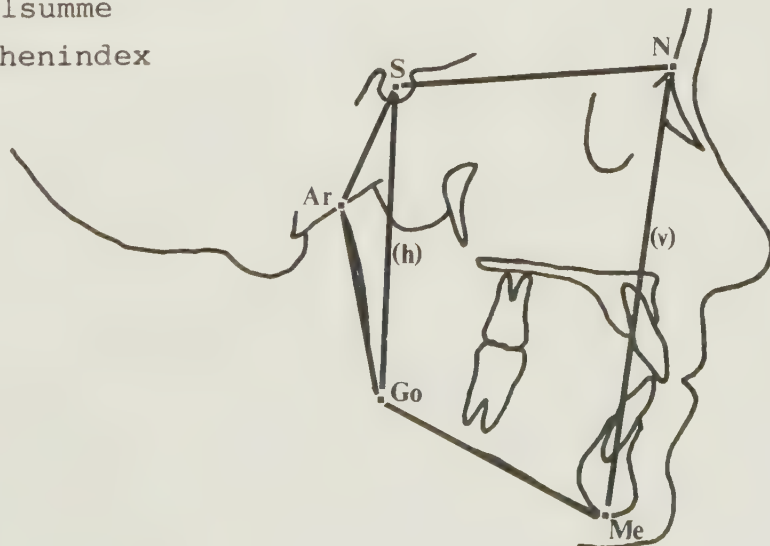


trägt, resultieren unterschiedliche Summenwinkel ausschließlich aus den Variationen des NSGo-Winkel und des SGoMe-Winkels. Mit diesen beiden Winkeln ist wiederum der Winkel zwischen Nasion-Sella-Ebene und Mandibularebene definiert. Das heißt: PnMp-Winkel und Winkelsumme nach BJOERK sind Ausdruck des Winkels zwischen diesen beiden Ebenen und damit äquivalent.

Die geometrischen Beziehungen zwischen JARABAK-Verhältnis und Summenwinkel nach BJOERK führen gleichfalls zu einem sehr hohen Korrelationskoeffizienten ($-0,959$). Zur Konstruktion des Gesichtshöhenindex sind vier der fünf für die Winkelsumme erforderlichen Punkte im Fernröntgenseitenbild nötig (Abb. 20). Es ist nicht weiter verwunderlich, daß auch diese beiden Indikatoren in enger Beziehung zueinander stehen. Der zugehörige Korrelationskoeffizient ist von 1 verschieden, weil der Gesichtshöhenindex nach JARABAK sowohl durch Variationen des Längenverhältnisses von SN zu MeGo (Abb. 21a) als auch durch die der Gesichtstiefe (Abb. 21b) beeinflußt wird. Die Gesichtstiefe beschreiben wir zu diesem Zweck durch den Abstand der Schnittpunkte von vorderer (v) und hinterer (h) Gesichtshöhenlinie auf der Winkelhalbierenden zwischen SN und Mp. Der Summenwinkel bleibt durch diese

Abb. 20

Geometrische Beziehung
zwischen Winkelsumme
und Gesichtshöhenindex



Variationen unberührt. Auch die Beziehung zwischen Y-Achsen-Winkel und Summenwinkel nach BJOERK ist durch eine hohe Korrelation gekennzeichnet (0,825), weil auch hier gleiche bzw. anatomisch benachbarte Punkte im Fernröntgenseitenbild zugrunde gelegt werden.

Die bisher besprochenen Koeffizienten lassen sich also zum großen Teil durch geometrische Beziehungen deuten. Die hohen Korrelationen des Faktor 1 mit Summenwinkel, JARABAK-Verhältnis und Basiswinkel sind nicht anders zu erwarten, ist der Faktor 1 doch durch eine Rechenvorschrift mit diesen Werten verknüpft.

Wenn allerdings Winkelmaße, die geometrisch unabhängig voneinander sind, noch deutliche Korrelationen ausweisen, so muß dies als Hinweis auf ein gemeinsam zugrunde liegendes Wachstumsgefüge gewertet werden. So gesehen ist der Korrelationskoeffizient zwischen Y-Achsen- und Basiswinkel (0,529) - obwohl wesentlich niedriger als die oben beschriebenen -

Abb. 21a Veränderung des Gesichtshöhenindex durch Variation des Längenverhältnisses SN / MeGo

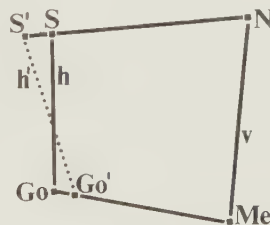
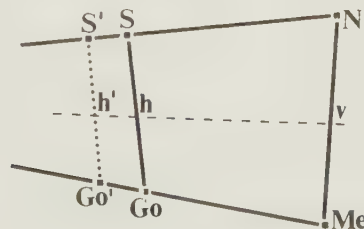


Abb. 21b Veränderung des Gesichtshöhenindex durch Variation der Gesichtstiefe



außerordentlich beachtenswert. Der Y-Achsen-Winkel sollte eigentlich ein guter Wachstumsindikator sein, beschreibt doch SCHWARZ (1961) - wie einleitend erwähnt - das Wachstum des Kiefer-Gebiß-Komplexes in Richtung der Y-Achse. Allerdings gehen - wie schon erläutert - in den Y-Achsen-Winkel auch die Variationen der Bißlage ein.

In seinen grundlegenden Implantatstudien hat BJOERK (1963, 1969) den Wachstumsvorgang als anteriore oder posteriore Rotation beschrieben und zu ihrer Erkennung den Verlauf der Mandibularebene in Relation zur Nasion-Sella-Ebene angegeben. Folglich sollten Indikatoren, welche die Beziehung dieser beiden Ebenen erfassen, sinnvolle Wachstumsindikatoren sein. Das gilt für die direkte Messung des NSe-Mp-Winkels, für den Summenwinkel nach BJOERK oder den PnMp-Winkel. Aufgrund rechnerischer Beziehung zu diesen Maßen hat der Faktor.1 relativ viel mit dem Wachstumstyp zu tun, was allerdings keinerlei praktische Bedeutung hat. Der Basiswinkel korreliert mit dem Gesichtshöhenindex (-0,806) und der Winkelsumme (0,778) so hoch, daß auch von einer deutlichen Beziehung zum Konstrukt Wachstumstyp gesprochen werden muß. Allerdings gehen in den Basiswinkel die Variationen der Lage der Spina-Ebene mit ein. Die Aufteilung in B1- und B2-Winkel ist in diesem Fall unbedeutend. Auffällig ist jedoch, daß der vordere Gonial-Winkel GO2 mit den klassischen Wachstumsindikatoren sehr hohe Korrelationen aufweist, welche höher sind als die des Gesamt-Gonial-Winkels selbst. Der hintere Gonial-Winkel GO1 zeigt so gut wie keinen Zusammenhang. Das bedeutet, daß wachstumsbedingte Variationen des Gonial-Winkels nahezu ausschließlich den vorderen Teilwinkel GO2 betreffen. RAKOSI (1979) beschreibt dies in ähnlicher Weise. Danach habe es sich gezeigt, "daß nur der vordere Abschnitt des Kieferwinkels (der GO2-Winkel, Anm. d. Verf.) einen Einfluß auf den Grundebenenwinkel (den Basiswinkel, Anm. d. Verf.) hat."

Der Wachstumstyp ist - wie bereits erläutert - ein Konstruktum, von dem man sich eine bestimmte Vorstellung macht und das durch Indikatoren repräsentiert sein soll. Beurteiler, die aufgrund einer Vorlage den Wachstumstyp schätzen, nehmen dabei auf ihre persönliche Vorstellung Bezug. Wovon sie sich jeweils leiten lassen, ist zunächst nicht bekannt. Eine hohe oder niedrige Korrelation zwischen den Schätzungen sagt jedenfalls noch nichts zwingend über den Wert einzelner Indikatoren aus - folglich auch nichts darüber, was Wachstumstyp wirklich ist.

Die Beurteilung des Wachstumstyps durch die bloße Betrachtung der Fernröntgenseitenbilder korreliert relativ hoch mit den klassischen Wachstumsindikatoren. Das bedeutet, daß die Beurteilungen ziemlich "treffsicher" das wiedergeben, was durch die Wachstumsindikatoren ausgesagt wird. So gesehen kann also durch bloße Betrachtung anhand eines Fernröntgenseitenbildes der Wachstumstyp sehr gut erfaßt werden. In der Untersuchung sind die Korrelationskoeffizienten bei der Gruppe der Patienten noch etwas höher als bei der Studentengruppe. Da es sich bei den Patienten um eine "kieferorthopädisch selektierte Gruppe" handelt, bei den Studenten so gesehen um eine "unselektierte", liegt die Vermutung nahe, daß strukturelle Unterschiede in der Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen ausschlaggebend für die Differenzen der Koeffizienten sein könnten. Wenn in der Patientengruppe vermehrt starkt vertikale bzw. stark horizontale Wachstumstypen aufträten, wäre es für den Beurteiler leichter eine zutreffende Schätzung des Wachstumstyps abzugeben. Solche strukturellen Unterschiede müßten sich auch in der Verteilung der Meßwerte aus der Fernröntgenanalyse zeigen. Eine entsprechende Überprüfung hat jedoch keine eindeutigen Unterschiede in den Streuungen der Meßwerte ergeben.

In beiden Gruppen ergab sich die höchste Korrelation beim GO2-Winkel. Das Beurteilungsergebnis wird offensichtlich von einem Eindruck geprägt, der sich besonders in diesem Maß

niederschlägt. Die hohen Korrelationen dieses Winkels mit JARABAK-Verhältnis, Summenwinkel nach BJOERK und Basiswinkel sind - wie schon erwähnt - Hinweise darauf, daß der Wachstumstyp auch im GO2-Winkel einen nicht unerheblichen Niederschlag findet.

Die Korrelationskoeffizienten bei der Beurteilung des Wachstumstyps anhand eines Ausschnittes des Fernröntgenseitenbildes, der Mandibulakontur, sind erwartungsgemäß vergleichsweise niedrig. Auffällig hoch ist der Koeffizient jedoch beim Gonial-Winkel (0,766). Eine endgültige Beurteilung des Wachstumstyps anhand dieser Vorlage ist sicher unzureichend, wenngleich auch hier wachstumstypische Charakteristika erkennbar sind.

Gleichfalls sollten Merkmale verschiedener Wachstumsmuster, wie BJOERK (1969) sie beschrieben hat, im Orthopantomogramm erkennbar sein. Die Korrelationskoeffizienten bei der Beurteilung aufgrund dieser Vorlage zeigen eine ähnliche Verteilung wie bei der Beurteilung der Mandibulakontur; auch hier ergibt sich die höchste Korrelation beim Gonial-Winkel. Insgesamt liegen die Koeffizienten niedriger als bei der Beurteilung der Mandibulakontur und reichen daher für eine sichere Beurteilung des Wachstumstyps nicht aus.

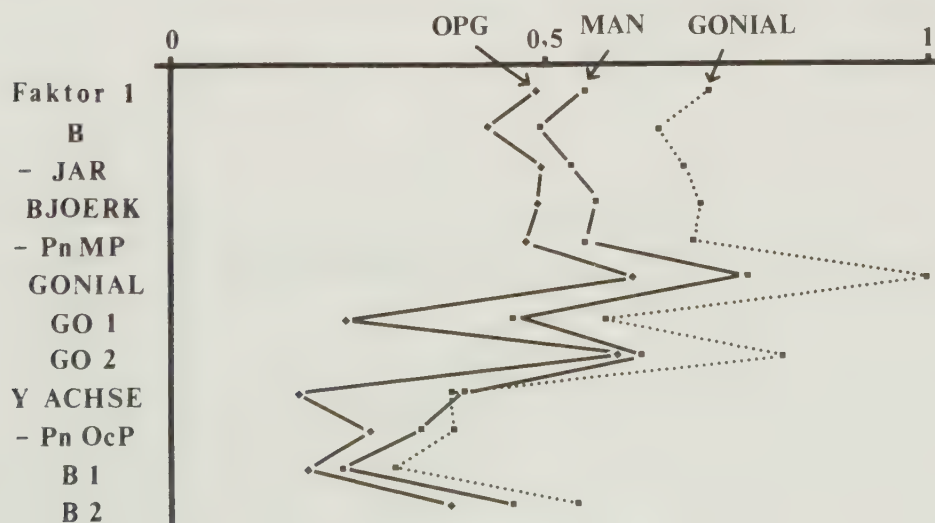
Der Beurteiler muß sich offensichtlich sowohl bei der Beurteilung der Mandibulakontur als auch bei der Beurteilung des Orthopantomogramms wesentlich von Strukturen leiten lassen, die sich im Gonial-Winkel widerspiegeln. Dafür spricht der jeweils höchste Korrelationskoeffizient beim Gonial-Winkel aber auch die Ähnlichkeit der Verteilungsprofile, die sich bei den Schätzungen MAN, OPG und bei den Korrelationen ergeben, die der Gonial-Winkel mit den anderen Indikatoren aufweist (Abb. 22).

Bei der Betrachtung des Profilphotos konnte kein Beurteiler skelettale Beziehungen unmittelbar abschätzen und so inter-

essierte uns besonders, inwieweit der Wachstumstyp anhand des Weichteilprofils erkennbar sein würde. Die Korrelationskoeffizienten erreichen natürlich nicht die Höhe wie bei der Beurteilung des Fernröntgenseitenbildes, sind aber andererseits deutlich besser als die der Beurteilungen anhand der Mandibulakontur und des Orthopantomogramms. Den höchsten Koeffizienten findet man bei der Korrelation mit dem GO2-Winkel (0,703). Ähnlich wie bei den Fernröntgenseitenbildern spiegelt sich das Beurteilungsergebnis am deutlichsten in diesem Winkelmaß wider. Möglicherweise ist es für den Beurteiler eine nicht unwesentliche Hilfe die drei Punkte, welche den GO2-Winkel beschreiben, auch auf dem Profilphoto abschätzen zu können: Nasion, Gnathion und Gonion. Die Korrelationen zu den anderen Wachstumsindikatoren beruhen dann auf deren Beziehung zum GO2-Winkel. Die Vorhersagbarkeit des Wachstumstyps anhand des Profilphotos beurteilen wir bei Koeffizienten zwischen 0,6 und 0,7 als ganz erstaunlich gut.

Wenn bei der Profilphoto-Beurteilung mittels Spatel der Verlauf von Mandibular- und Okklusionsebene dargestellt ist, so erwarten wir eine Verbesserung der Beurteilungsmöglichkeit.

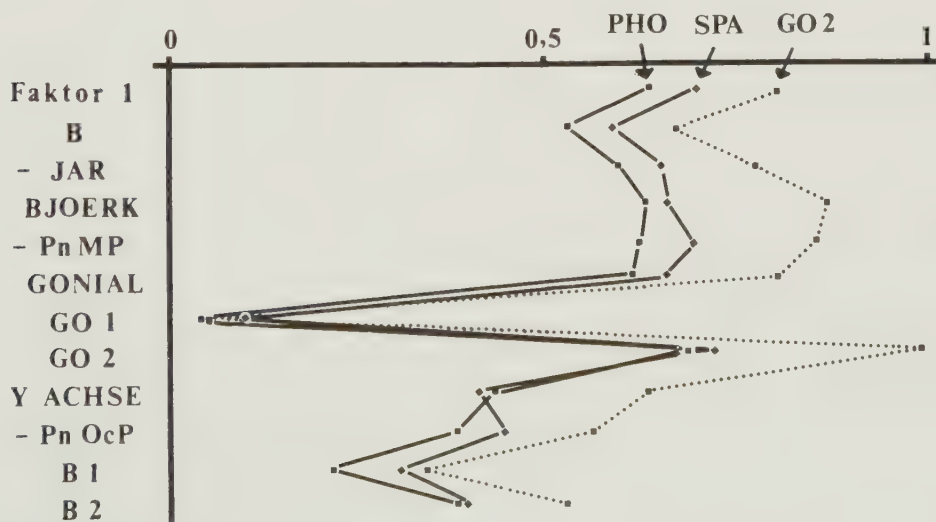
Abb. 22 Vergleich der Korrelationskoeffizienten von OPG, MAN und Gonial-Winkel jeweils mit den 11 Variablen aus dem Fernröntgenseitenbild und Faktor 1



Tatsächlich sind die Korrelationskoeffizienten generell etwas höher. Wiederum findet die Beurteilung ihren deutlichsten Niederschlag im GO2-Winkel mit entsprechend hohem Korrelationskoeffizienten (0,730).

Fast alle anderen Korrelationskoeffizienten folgen auch in dieser Beurteilungsreihe der Beziehung des GO2-Winkels zu den übrigen Meßwerten (Abb. 23). Interessanterweise machen der PnMp-Winkel und der PnOcP-Winkel hier eine Ausnahme und haben relativ höhere Korrelationen. Dies ist verständlich, weil sich diese beiden Variablen auf die mit den Hilfsmitteln dargestellten Ebenen beziehen. In Abb. 23 ist graphisch der Vergleich der Koeffizienten aus der Korrelation der Beurteilungsreihe PHO und SPA sowie des GO2-Winkels mit den Meßwerten aus der Fernröntgenanalyse und Faktor.1 dargestellt. Die Verteilungskurven zeigen auffallende Ähnlichkeit, was dafür spricht, daß sich der Beurteiler hier von Strukturen leiten läßt, die am besten durch den GO2-Winkel repräsentiert sind.

Abb. 23 Verteilungsprofil der Korrelationskoeffizienten der Beurteilungsreihen PHO und SPA und des GO2-Winkels



Vergleichbar enge Beziehungen zwischen Beurteilungsergebnissen und einem Wachstumsindikator - wie in Abb. 22 und 23 dargestellt - lassen sich für die Schätzungen des Wachstumstyps anhand der Fernröntgenseitenbilder nicht erkennen. Wenn auch die Messung der Wachstumsindikatoren im Rahmen einer sorgfältigen Analyse des Fernröntgenseitenbildes künftig keineswegs überflüssig ist, so kann allein schon aus der bloßen Betrachtung des Fernröntgenseitenbildes der Wachstumstyp relativ gut erfaßt werden.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, welche korrelativen Zusammenhänge zwischen einzelnen Wachstumsindikatoren aus der Fernröntgenanalyse bestehen und inwieweit sich der Wachstumstyp anhand globaler Schätzung verschiedener Beurteilungsvorlagen erfassen läßt.

Dazu wurden von 100 Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie der Zahn-, Mund- und Kieferklinik Mainz und von 100 Probanden (Studenten) vorhandene bzw. zu diesem Zweck angefertigte Fernröntgenseitenbilder nach dem in der Poliklinik routinemäßig angewandten Computer-Analyse-Verfahren ausgewertet. Desweiteren wurden von den Studenten standardisierte Profilphotographien mit und ohne Darstellung von Mandibular- und Okklusionsebene angefertigt. Anhand einer 7-stufigen Bewertungsskala beurteilten drei Kieferorthopäden die Fernröntgenseitenbilder und Profilphotographien hinsichtlich des Wachstumstyps. Die Schätzwerte wurden mit den am Fernröntgenseitenbild gemessenen Wachstumsindikatoren korreliert (SPEARMAN'sche Rangkorrelation).

Zwischen den Variablen der Fernröntgenanalyse bestehen teilweise sehr hohe Korrelationen. Einerseits ist dies Ausdruck geometrischer Beziehungen, andererseits weisen Korrelationen von geometrisch unabhängigen Variablen auf ein gemeinsam zugrunde liegendes Wachstumsgefüge hin.

Die Korrelationskoeffizienten für den Zusammenhang zwischen den Schätzungen des Wachstumstyps aufgrund der bloßen Betrachtung der Fernröntgenseitenbilder mit den gemessenen Wachstumsindikatoren erreichen zum Teil ebenso hohe Werte wie die Korrelationen der kephalometrischen Variablen untereinander. Durch bloße Betrachtung des Fernröntgenseitenbildes läßt sich also der Wachstumstyp ziemlich gut erfassen. Aus der Profilphotographie als Beurteilungsgrundlage für den Wachstumstyp läßt sich noch erstaunlich viel vom Wachstums-

typ erkennen, die Korrelationen sind jedoch nicht hoch genug, um im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik auf dieser Basis den Wachstumstyp mit hinreichender Sicherheit beurteilen zu können. Durch die Verwendung von Hilfsmitteln zur Darstellung von Mandibular- und Okklusionsebene kann das Beurteilungsergebnis verbessert werden.

6. Literaturverzeichnis

- BAUMRIND, S. KORN,
E.L. WEST, E.E.
ISAACSON, R.J.: Prediction of mandibular rotation: An empirical test of clinical performance. J.dent.Res. 63 (1984), 213.
- BJOERK, A.: Variations in the growth pattern of the human mandible. Longitudinal radiographic study by the implant method. J.dent.Res. 42 (1963), 400.
- BJOERK, A.: Prediction of mandibular growth rotation. Amer.J.Orthodont. 55 (1969), 585.
- BORTZ, J.: Lehrbuch der Statistik. Springer, Berlin/Heidelberg/New York 1979, S. 287.
- BROADBENT, B.H.: A new X-ray-technique and its application to orthodontia. Angle Orthodont. 1 (1931), 45.
- CHADDOCK, E.R.: Sedar-Udzbenik Statistike. Skolska Knjiga, Zagreb 1961, S. 318.
- DIDION, H.P.: Kephalmetrische Variablen beim offenen Biß. Med.Diss. Mainz, 1985.
- FRANZREB, O.: Untersuchung kephalmetrischer Variabler bei der echten Progenie. Med. Diss. Mainz, 1978.
- HÄUPL, K.: Gewebsumbau und Zahnverdrängung in der Funktionskieferorthopädie. Barth, Leipzig 1938.

- HOFRATH, H.: Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. Fortschr.Orthodont. 1 (1931), 232.
- JARABAK, J.R.: Technique and treatment with the light wire appliance. The C.V.Mosby Co., Saint Louis 1983, Vol. 1, p. 128.
- LIENERT, G.A.: Testaufbau und Testanalyse. Beltz, Weinheim/Berlin 1967, 478.
- MITTENECKER, E.: Planung und statistische Auswertung von Experimenten. Deuticke, Wien 1963, S. 190.
- RABE, H.G.E.: Kephalmetrische Untersuchungen zur Frage der Schädelstruktur beim Deckbiß. Med.Diss. Mainz, 1983.
- RAKOSI, Th.: Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse. Hanser, München/Wien 1979, S. 55 u. 74.
- SCHMUTH, G.P.F.: Kieferorthopädie. Thieme, Stuttgart 1973, S. 20.
- SCHWARZ, A.M.: Lehrgang der Gebißregelung. Urban und Schwarzenberg, Wien/Innsbruck 1961, S. 140 u. 281.
- SERGL, H.G.: Das diagnostische Rüstzeug für den kieferorthopädisch tätigen Zahnarzt. Deutscher Zahnärztekalendar, Hanser, München/Wien 1978.

- SERGL, H.G.: Wachstum und Wachstumsvorhersage.
Fortschr.Kieferorthop. 39 (1978), 201.
- SPEARMAN, Ch.: zit. bei LIENERT, G.A.: Testaufbau und
Testanalyse. Beltz, Weinheim/Berlin
1967, S. 293.

7. Anhang

1. Profilphoto
2. Profilphoto mit Darstellung der Mandibularebene
3. Profilphoto mit Darstellung der Okklusionsbene
4. Photographie: Ausrichtung der Bipupillar-Ebene nach der
Richtmarkierung auf dem Spiegel



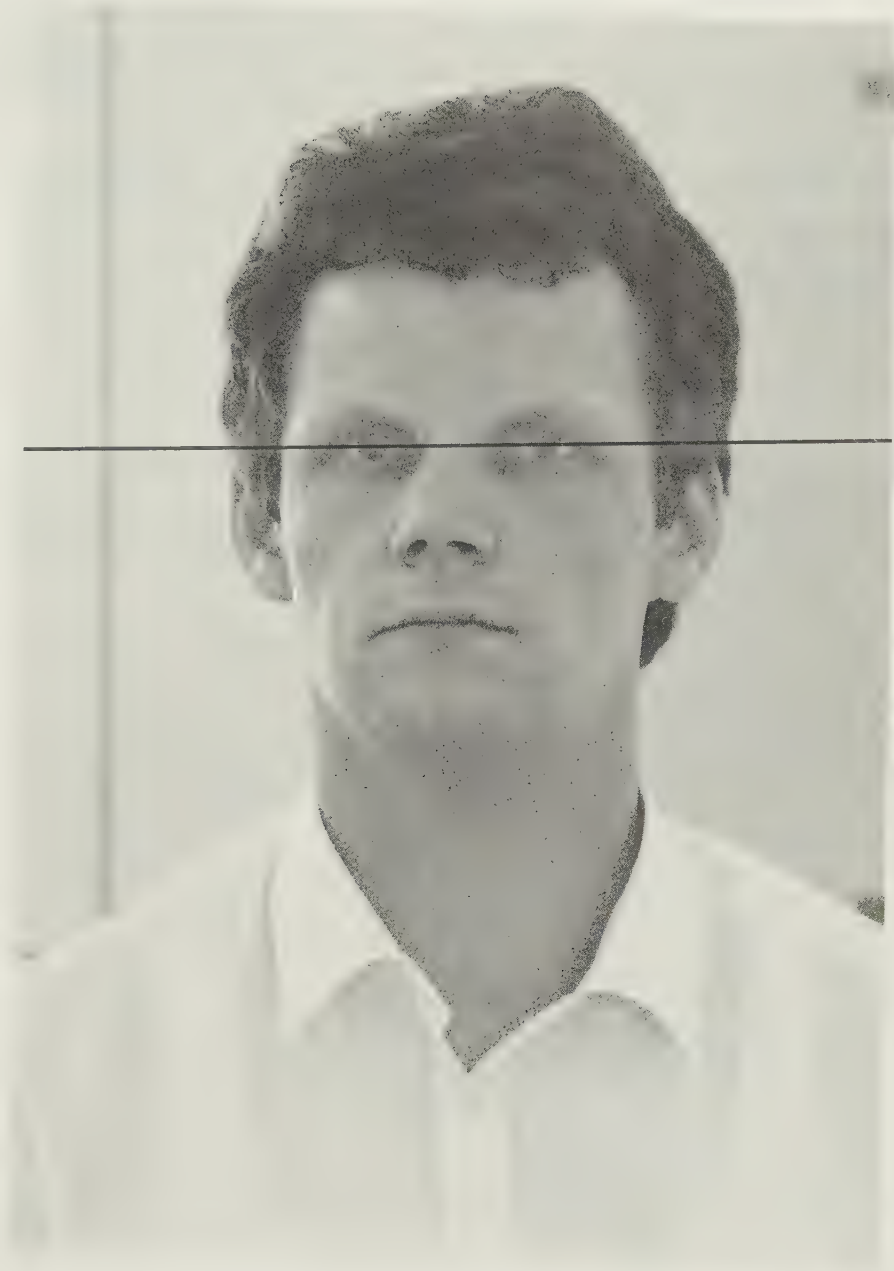
1. Profilphoto



2. Profilphoto mit Darstellung der Mandibularebene



3. Profilphoto mit Darstellung der Okklusionsbene



4. Ausrichtung der Bipupillar-Ebene nach der Richtmarkierung
auf dem Spiegel

Danksagung

Herrn Professor Dr. H.G. Sergl gilt mein besonderer Dank für die freundliche Überlassung des Themas der vorliegenden Arbeit und die anregende Unterstützung und Begleitung in jeder Phase ihres Entstehens.

Den Mitarbeitern des Institutes für Medizinische Statistik und Dokumentation der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, insbesondere Herrn Härle, danke ich für Anleitung, Beratung und Betreuung des statistischen Teils dieser Untersuchung.

Andreas Vahlenkamp

Lebenslauf

1.6.1960	geboren in Darmstadt als erster Sohn des Tierarztes Dr. Friedrich Vahlenkamp und seiner Frau Ursula, geb. Müller
1966 - 1968	Besuch der Volksschule in Lindenberg/Pfalz
1968 - 1970	Besuch der Alfred-Delp-Schule in Ludwigshafen am Rhein
1970 - 1979	Besuch des Staatl. Theodor-Heuss-Gymnasiums in Ludwigshafen am Rhein
1979 - 1981	Ableistung des Wehrdienstes
1981 - 1986	Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
seit 1.6.1987	Tätigkeit als Ausbildungsassistent in einer zahnärztlichen Praxis in Mainz
3.10.1987	Verehelichung mit Veronika Sergl

